



Introduktion og ny viden om hjælpestoffer i danske akvakultur

Pedersen, Lars-Flemming; Buchmann, Kurt; Clausen, Thomas; Henriksen, Niels Henrik

Publication date:
2013

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Pedersen, L-F., Buchmann, K., Clausen, T., & Henriksen, N. H. (2013). *Introduktion og ny viden om hjælpestoffer i danske akvakultur*. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. Faglig rapport fra Dansk Akvakultur Vol. 2013 No. 1
http://www.danskakvakultur.dk/images/nh%20veterin%C3%A6r/Introduktion%20og%20ny%20viden%20om%20hj%C3%A6lpestoffer_maj_2013.pdf

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



Introduktion og ny viden om **Hjælpesoffer** i dansk akvakultur

Lars-Flemming Pedersen, DTU Aqua – Kurt Buchmann, Københavns Universitet
Thomas Clausen, Praktiserende dyrlæge og Niels Henrik Henriksen, Dansk Akvakultur

2013

Danmark og EU investerer i bæredygtig akvakultur.
Projektet er støttet af Fødevareministeriet EU.

Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri



Den
Europæiske
Fiskerifond

DATABLAD

Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra Dansk Akvakultur nr. 2013-1
Titel:	Hjælpestoffer
Undertitel:	Introduktion og ny viden om Hjælpestoffer i dansk akvakultur
Forfattere:	Lars–Flemming Pedersen ¹ , Niels Henrik Henriksen ² , Kurt Buchmann ³ , Thomas Clausen ⁴
Institutioner:	¹ DTU-Aqua, ² Dansk Akvakultur, ³ KU-SUND, Danmarks Tekniske Universitet og ⁴ Praktiserende fiskedrylæge
Udgiver:	Akvakultur Forum
Finansiel støtte:	Fødevareministeriet og EU gennem EFF-programmet. Journal nr. 3746-11-00041
Projekt:	Fiskesygdomskurser, Hjælpestofkursus
Sammenfatning:	Hjælpestoffer anvendes i akvakulturerhvervet til at optimere vandkvalitet og drift, herunder forebyggelse og behandling af fiskesygdomme. Brugen af de forskellige hjælpestoffer beskrives, med primært fokus på miljø- og arbejdsmiljøvenlige produkter.
Emneord:	Hjælpestoffer, parasitter, substitution
ISBN:	978-87-994996-6-3
Internetversion:	www.danskakvakultur.dk/images/projektrapporter



Hjælpestoffer

Indhold

1. Introduktion – Hvorfor bruge hjælpestoffer?	4
2. Kemiske hjælpestoffer	5
3. De vigtigste snyltere i danske dambrug.....	7
4. Gællelidelser	12
5. Vandbehandling	14
6. Effekt af hjælpestoffer på fisk	20
7. Effekt på biofilter	21
8. Miljømæssige krav	26
9. Arbejdssikkerhed	31
10. Driftspraksis, hygiejne og god vandkvalitet	33
11. Referencer.....	36
12. Bilag 1. Fiskedræber.....	37
13. Bilag 2. Vandbehandlingsforslag.....	42
Brintoverilte	42
Formalin.....	46
Hydratkalk	49
Kloramin T	51
pH regulerende stoffer.....	53
Fodersalt	55
Pereddikesyre.....	57

1. Introduktion – Hvorfor bruge hjælpestoffer?

Som i enhver anden animalsk fødevareproduktion er fiskeopdræt også forbundet med økonomisk driftstab som følge af sygdom og dødelighed. Fiskesygdom og -dødelighed kan ikke forhindres, men kan i visse situationer begrænses ved sikring af god vandkvalitet.

Vandkvalitet omfatter både indholdet af kemiske forbindelser, opløste gasser, partikulært materiale og mikrobiel forekomst. God, stabil kemisk og biologisk vandkvalitet kan opnås ved en række driftsforanstaltninger på det enkelte anlæg, herunder effektive vandbehandlingsrutiner i perioder hvor eksempelvis parasitter volder problemer. Hjælpestofferne er derfor nødvendige redskaber dambrugeren kan benytte til at fastholde en god vandkvalitet.

Der er i Danmark opstået nye produktionsbetingelser i løbet af det seneste årti:

1. Stigende grad af recirkulering i takt med implementering af model dambrug; nye løsninger og problemstillinger forbundet dermed
2. Nye Miljøkvalitetskrav for de anvendte hjælpestoffer hvilket ændrer vandbehandlingsrutiner på nogle typer anlæg
3. Nye biocid-regler der begrænser muligheden for valg af hjælpestoffer
4. Ønske om at erstatte formalin med andre mindre sundhedsskadelige hjælpestoffer

Formålet med dette hæfte er at samle viden og erfaringen med brugen af kemiske hjælpestoffer til vandbehandling i danske fiskeopdræt. Oplysningerne skulle gerne medvirke til at optimere brugen af hjælpestoffer til gavn for akvakulturburgerne, fiskene og miljøet. Hæftet er tænkt som en introduktion og giver forslag til konkrete vandbehandlingsprocedurer.

2. Kemiske hjælpestoffer

Fælles for gruppen af kemiske hjælpestoffer er, at de er godkendte handelsvarer, der tilsættes vandfasen eller påføres på overflader (Tabel 1). Hjælpestofferne bruges til forskellige formål og anvendes i varieret omfang fra anlæg til anlæg. Der findes ikke et universalt/ideelt hjælpestof der opfylder alle krav og derfor er det ofte nødvendigt at afveje, hvilken vandbehandling, der er bedst til den pågældende situation.

Tabel 1: Oversigt med udvalgte kemiske hjælpestoffer der anvendes til akvakultur

Hjælpestof	Vandbehandling ¹ og øvrig anvendelse				
	Æg	Yngel	Sættefisk	Moderfisk	Øvrig
Brintoverilte	+	+	+	+	Ekstra ilt; rensning af biofilter
Formalin	+	+	+	+	
Iod	(+)	(+)	(+)	(+)	Desinfektion af udstyr/flader
Kaliumpermanganat	(+)	(+)	(+)	(+)	-
Hydratkalk	-	-	-	-	pH regulering, desinfektion
Kloramin-T	-	+	+	+	-
Kobbersulfat	(+)	+	+	+	
Pereddikesyre	+	+	+	(+)	Biofilm kontrol
Salt	+	+	+	+	Tilsættes ved forhøjet nitrit
Syre / Base	-	-	-	-	pH regulering, rensning af mikrosigte, airlifte o.lign.

1/ specifikke doseringsvejledninger for de enkelte hjælpestoffer findes i bilag, side 42-62.

Vandbehandling, hvor hjælpestoffet tilføres vandfasen, kan være en regelmæssig, forebyggende strategi til at sikre, at bakterier, skimmelsvampe, alger og parasitter kan holdes på et acceptabelt niveau.

Hjælpestofferne kan også anvendes i perioder hvor produktionsbetingelserne ændres, typisk i perioder hvor vandtemperaturen er stigende. Eksempelvis kan en given parasit have fået gunstige betingelser som funktion af temperaturen og skal dermed kontrolleres, ligesom forringet vandkvalitet kan medføre miljøbetingede gener og skabe behov for afslimning af fiskenes gæller.

I udlandet (Canada, Australien, Irland m.fl.) anvendes hjælpestoffer også i havet til dyppebads behandlinger af laks til kontrol af gælleamøber, da tilsætning og koncentrations-opretholdelse ikke er foreneligt med nuværende havbrugspraksis.

Foruden de nævnte hjælpestoffer kan vandkvaliteten opretholdes med andre former for vandrensning, eksempelvis UV/ozon, filtrering eller brugen af ler (se afsnit 10).

Tabel 2. Strukturformel og eksempler på handelsnavne af udvalgte kemiske hjælpestoffer


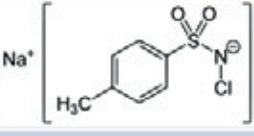

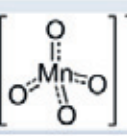
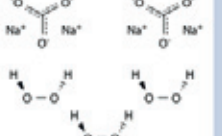
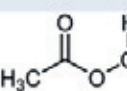
Hjælpestof	Kemisk struktur	Handelsnavn
Brintoverilte H_2O_2		Teknisk brintoverilte, hydrogen peroxid
Chloramin-T $\text{C}_7\text{H}_7\text{ClNNaO}_2\text{S}$		Halamid
Formaldehyde CH_2O		Formalin (24 & 37 %)
Kaliumpermanganat KMnO_4		
Natriumpercarbonat $2 \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}_2$		BioCare, OxyPer
Pereddikesyre $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$		Peraqua, Divosan Incimaxx



Fig. 1. Eksempler på hjælpestoffer anvendt til vandbehandling.

3. De vigtigste snyltere i danske dambrug

Sygdomme hos fisk

Fisk kan som andre organismer blive syge, hvilket indebærer at fiskens normale fysiologiske processer bringes ud af balance, adfærden ændres, næringsoptagelse nedsættes og væksten forringes. Sygdomme kan skyldes dårlig ernæring, dårligt miljø (såsom upassende surhedsgrad, temperatur, for lav iltmætning, kuldioxid-overmætning, høj organisk belastning), forgiftninger, cancer eller infektioner med bakterier, virus, svampe og parasitter. Blandt opdrættede fisk kan man relativt nemt erkende forekomst af sygdom og dødsfald, som i akvakulturanlæg kan være belastende for økonomien og miljøet. Blandt vildfisk forekommer der imidlertid også massedødsfald, men da man har svært ved at overvåge vilde bestande i hver en detalje, er de konkrete beskrivelser af massedødsfald blandt vildfisk begrænsede.

Sygdomme forårsaget af parasitter

Parasitter hos fisk omfatter en række forskellige typer. Nogle består af blot en enkelt celle medens andre består af tusindvis af celler. Man taler om bændelorm, ikter, rundorme, monogener, kradsere og igler for blot at nævne nogle få af de flercellede snyltere. Hos fisk finder man imidlertid også en række parasitter som er krebsdyr. De fleste af dem sætter sig fast på fiskens overflade og betegnes derfor som fiskelus.

En parasits livscyklus

Den vært, der huser den voksne (adulte) kønsmodne snylter, kaldes hoved- eller slutværten. Spredningsstadier fra parasitten kan i visse tilfælde inficere hovedværten igen direkte. Dette er en simpel direkte livscyklus. En parasits livsforløb kan være kompliceret og afhængig af en eller flere mellemværter. Spredningsstadier fra snylteren kan i nogle tilfælde inficere et andet dyr, en mellemvært (f.eks. en snegl eller et krebsdyr). Hos arter med én mellemvært vil der i mellemværten udvikles nye parasit stadier, der siden kan inficere hovedværten igen.

Specifikke snyltere

De fleste arter af snyltere er særdeles specifikke, hvilket indebærer, at de kun

angriber én eller ganske få nært beslægtede værtsfisk. På trods af dette vil man imidlertid opleve, at et begrænset antal af parasitarter har en lav specificitet, hvorved man finder dem på eller i de fleste arter af ferskvandsfisk. F.eks. vil fiskedråberen *Ichthyophthirius multifiliis* og hudsnylteren *Ichthyobodo (Costia)* angribe de fleste arter af ferskvandsfisk. Det vides også, at larver af øjenikten *Diplostomum spathaceum* er i stand til at inficere de fleste arter af ferskvandsfisk.

Encellede snyltere i ørredopdræt

Adskillige tusinder arter af encellede organismer er i stand til at inficere fisk. De er alle karakteriserede ved, at hver organisme har én eller flere kerner og besidder organeller, som kendes fra andre eukaryote organismer. Herudover har de enkelte parasitgrupper særlige organeller, der gør dem i stand til at gennemføre en parasitisk levevis.

Amøber på gæller og hud

Denne gruppe er kendetegnet ved tilstedeværelse af pseudopodier, som benyttes ved parasittens bevægelse. Amøber kan angribe gællerne hos ørreden.

Flagellater på hud og gæller

Ichthyobodo necator

Ferskvandsfisk både før og efter en eventuel overførsel til havvand er vært for *Ichthyobodo necator* (tidligere kaldet *Costia necatrix*). Laksefisk herunder danske bækørreder kan rammes af infektioner med denne ektoparasitiske flagellat, der koloniserer gæller og hud på fisken. Snylteren er ca 10 mikrometer lang og forekommer i to former, en bønneformet fritsvømmende type og et fastsiddende dråbe- til pæreformet stadium, der hæftet til fisken ernærer sig af fiskens væv. Den fritsvømmende form er konveks på dorsalsiden og bevæger sig roligt i spiralbevægelser. På den konkave ventralside findes en indbugtning forbundet til en flagellomme, hvorfra to ulige lange flageller træder ud. I cellen ses en kerne og en kontraktil vakuole.

Flagellater i tarmen

Spironucleus (Hexamita) salmonis

I hele dette århundrede har det været erkendt, at laksefisk angribes af tarmflagellaten *Spironucleus (Hexamita) salmonis*, der fremkalder tarmbetændelse med produktion af gult tarmslim og ofte er ledsaget af nedsat vækst og appetitløshed hos værten. Tarm og galdeveje er det foretrukne opholdssted for snylteren. Ældre fisk er sjældnere inficeret. Ved stærke angreb i ørredyngel er parasitten spredt i hele tarmens længde fra pylorusregionen til rectum, medens den

er mere hyppig i pylorusblindsækkene og det forreste tarmafsnit i moderat inficerede værter. Afrundede encysterede former af parasitten menes at virke som spredningsstadier, der afgives med værtens fækalier.

Fimredyr (Ciliater)

Fimredyr eller ciliater har repræsentanter, der udgør nogle af de mest skadelige organismer indenfor fiskeopdræt. Ciliaterne er avancerede encellede organismer, der på deres overflademembran bærer fimrehår (cilier).

Ambiphrya, *Apiosoma* sp. og *Epistylis* sp.

Disse kegleformede til cylindriske organismer (ca 100 mikrometer lang) sætter sig fast på værtens hud, gæller eller finner med sin basale del kaldet scopula eller stilk. Snylteren udskiller en meget tynd cementskive under scopula. Disse ciliater skader fisken minimalt, når de i lavt antal sidder på fisken, men et højt bakterietal og indhold af organisk stof i vandet kan fremme væksten.

Trichodina spp.

Der er beskrevet mere end 100 arter indenfor slægten *Trichodina*. Disse ektoparasitiske ciliater er bygget som små flade til svagt hvælvede skiver (20-110 mikrometer i diameter), der i konstant bevægelse afsøger værtens overflade. Trichodinerne bruger fisken som substrat, medens de filtrerer vandet for partikler, bakterier og elementer fra fiskens overflade. Disse emner optages gennem den på oversiden siddende åbning (cytostom). Når de hæfter sig meget fast til værten, kan hæfteskiven på undersiden dog virke som en kraftig sugeskål og beskadige værtens epithel. Ved kraftig vækst af *Trichodina*-populationen kan der ved sådanne sugemekanismer påføres udbredt skade til epithel og epidermis på fisken, og underliggende væv kan blotlægges. Afstødning af overhud samt forøget slimproduktion kan derefter give fisken en grålig hudbelægning.

Ichthyophthirius multifiliis

Denne encellede parasit, der populært benævnes fiskedråber, fremkalder hvidpletsyge (ichthyophthiriasis) hos ferskvandsfisk over hele verden, hvor den indenfor fiskeopdræt er kendt som en væsentlig tabsvolder. De hvide pletter (på ca 1 mm) er enkelte celler af *Ichthyophthirius* i det såkaldte trophont stadium (ernæringsstadium) overvokset af værtens epithelceller. Denne parasit er overordentlig skadelig, angriber alle arter af ferskvandsfisk og fremkalder betydelig dødelighed. Se bilag for flere detaljer om fiskedråberens livscyklus osv.

Flercellede snyltere i ørredopdræt

Fladorm

Monogene parasitter

Monogener (Monogenea) er fladorm med en hovedsaglig ektoparasitisk levevis. De har i deres bagende en fasthæftningsskive (opisthaptor), der kan bære store kroge (hamuli) og små marginalkroge. De har en simpel livscyklus og besidder således ikke noget værtsskifte. Tarmsystemet består af blindsække og er ikke forsynet med anus. Mange monogener producerer og afgiver æg til omgivelserne (de kaldes ovipare), medens andre føder levende unger (de er vivipare). De fritlevende ciliebeklædte larver, der klækkes fra ægget, benævnes oncomiracidier. De vigtigste monogene parasitter i ørredopdræt er *Gyrodactylus derjavinoideus* og *G. salaris*.

Bændelorm

Bændelorm (Cestoda) er fladorm med en endoparasitisk levevis. Da de ikke har en mund og en tarm, optager de næringsstofferne over tegumentet. Voksne orm snylter i hvirveldyrenes tarmkanal, hvor de hæfter sig fast med deres forreste ende (scolex). Disse hermafroditiske æglæggende (ovipare) orm er ofte inddelt i led, hvori kønsorganerne er placeret. Livscyklus er kompliceret med mindst én mellemvært. Bændelorm er meget sjældne i dansk ørredopdræt.

Ikter

Digene ikter (Trematoda, Digenea) er fladorm og er med få undtagelser hermafroditter. De er oftest endoparasitter, men larvestadier (metacercarier), kan sidde i værtens hud. To sugeskåle (en oral og en ventral) tjener som ormens fasthæftningsorgan. Livscyklus er ofte særdeles kompliceret med flere mellemværter. Særligt afsnit om de i nogle dambrug forekommende øjenikter er vedhæftet som appendix 2.

Rundorm

Rundorm (Nematoda) er cylindriske ikke-ledopdelte orm. De er hovedsagligt særkønnede. Alle rundorm gennemgår i løbet af deres udvikling fire hudskifter, og larverne gennemlever således flere stadier, inden den voksne orm er udviklet. Tidligere kunne man finde sildeorm i ørreder, som var blevet fodret med ubehandlede industrifisk, men nu om dage finder man ikke rundorm i opdrættede ørreder, da de fodres med tørfoder.

Kradsere

Kradsere (Acanthocephala) besidder en pig-besat forende. Gruppens latinske navn, Acanthocephala, betyder netop krogbesatte hoveder. De er endoparasitter og besidder ikke et tarmsystem. Næringen opsuges således over kropsvæggen. Piggene i forenden sidder på en snabel, med hvilken ormen hæfter sig fast til tarmvæggen. Mellemværterne for fiskekradsere er oftest krebsdyr såsom tanglopper og vandbænkebidere. De er meget sjældne i danske dambrug..

Krebsdyr

Krebsdyrparasitter (Crustacea) udgør en særdeles artsrig gruppe af fiskesnyltere. Vandlopperne (Copepoda) har i udviklingens løb udviklet mange repræsentanter med en parasitisk levevis på fisk, men også de flade krebsdyr (Isopoda) og gruppen Branchiura (karpelusgruppen) har væsentlige repræsentanter i fiskeparasitternes rækker. Især put and take søer kan generes af masseforekomst af karpelus hen på sæsonen.

Igler

Iglerne (Hirudinea) har en række repræsentanter, der snylter på fisk. De tilhører ledorme-gruppen og er hermafroditter. Deres svagt fladtrykte legeme er forsynet med en forreste og en bageste sugeskive. De er særdeles sjældne i opdrættede fisk, men forekommer hyppigt på vildfisk.

Myxosporidier

De fleste organer i fisk kan blive inficeret med et eller flere stadier af de parasitter, der kaldes myxosporidier. Flere arter benytter børsteorme (oligochaeter) som mellemværter. Det synes således som om, at børsteormene inficeres ved at æde sporer frigjort fra fisken, hvorefter der i børsteormen udvikles en ny type sporer (actinosporer), som er infektiøse for fisken. Et eksempel på en sådan parasit er *Myxobolus cerebralis*. Denne myxosporidie har haft overordentlig stor økonomisk betydning for opdræt af laksefisk og fremkalder sygdommen drejesyge i yngel. Den er nu meget sjælden i opdrættet ørred i Danmark. Arterne *Oncorhynchus mykiss* (regnbueørred), *Salmo trutta* (bækørred), *Salvelinus alpinus* (fjeldørred) og 17 arter beslægtet med disse kan inficeres med denne bruskparasit. *Salmo trutta* og *Salmo salar* (Atlantehavs laks) bliver dog sjældent syge af infektionen. *Tetracapsuloides bryosalmonae*, som forårsager PKD (proliferativ kidney disease), er udbredt i vilde fisk i Danmark, hvorfor man også finder den i en række dambrug. Livscyklus

omfatter udover ørreden også et såkaldt mosdyr (en bryozo), der afgiver de for fisken infektiøse sporer.

4. Gællelidelser

Gællens funktioner og forsvarsmekanismer

Gællerne er et centralt organ der bruges til at optage og udskille en lang række opløste stoffer. Det gælder iltoptag og udskillelse af CO₂, syre-base regulering og osmoregulering ved udskillelse af forskellige ioner, eksempelvis ammonium.

Ved ydre påvirkning fra vandet beskytter fisken sig selv via gællerne ved at øge afstanden fra vand til blod. Fisken reagerer på f.eks.:

- Organisk materiale og partikel fra foder/fækalier, recirkulationsbidrag og regnskyl m.v.
- Forringet vandkvalitet (øget ammonium og nitrit)
- Gasovermætning og reduceret iltindhold
- Gælle- og hudparasitter, samt bakteriel infektion
- Algeopblomstring
- Kemikalier og metaller (formalin, kloramin, jern, kobber, aluminium mv.)

Afstanden mellem vand og blod øges gennem én eller flere af følgende tilstande:

- Hypertrofi (cellerne bliver tykkere - opsvulmning)
- Hyperplasi (der dannes flere celler oven på hinanden - sammenvoksning)
- Øget slimdannelse, bl.a. ved at lave flere slimproducerende celler
- Ødem (væskeansamling) mellem cellerne

Undersøgelser fra Mastermanagement projekt i 2007 tydede på, at der var en sammenhæng mellem effektiviteten af biofiltrene og gællernes tilstand. Der er i flere tilfælde konstateret meget slimede gæller i forbindelse med en utilsigtet høj mængde af ammonium/ammoniak. Ligeledes er det set, at hvis mængden af organisk materiale i enhederne er høj, er der et øget problem med slim og eventuelt efterfølgende parasitter.

Gælleproblemer er et betydeligt problem for mange model-dambrug, og der benyttes forskellige afslimende produkter til at afhjælpe dette.

Belastede gæller bevirker som oftest reduceret iltoptagelse og fiskene kan stå højt i vandet og snapper eventuel luft, bevæger gællelågene kraftigt eller har udstående gællelåg – alt sammen medvirkende til en øget sårbarhed og svækkelse af fisken. Der skelnes mellem tre forskellige årsager til gælleforandringer, forårsaget af enten 1) irritation, 2) forgiftning og 3) belægning. Irritation kan forekomme som følge af tilstedeværelsen af gælleparasitter, gælleamøber eller partikler i vandet. Forgiftning kan opstå i forbindelse med kraftig eksponering til hjælpestoffer, eksempelvis formalin og oxidationsmidler. Belægning kan opstå som følge af okkerholdigt vand eller opblomstring af skimmelsvamp og alger.

Gælleskader ved høje hjælpestoffer koncentrationer

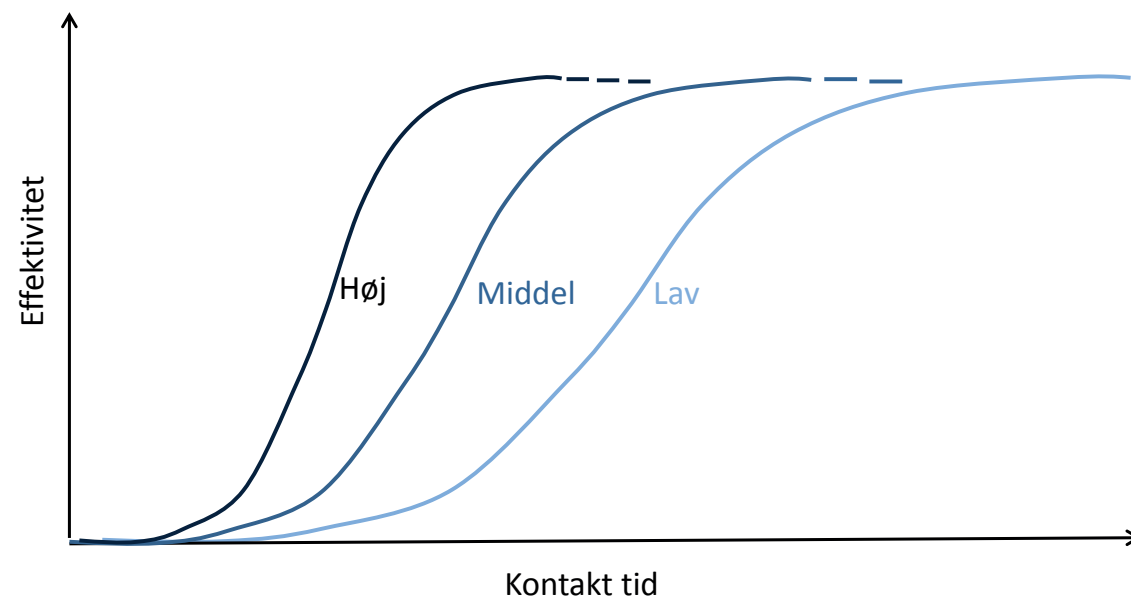
Hvis der opstår en akut forgiftning, eksempelvis i form af overdosis af formalin, brintoverilte eller pereddikesyre i forbindelse med en behandling mod parasitter, ved opblomstring af giftige alger, tilførsel af visse pesticider, tungmetaller eller andre giftstoffer til vandet m.v., vil de yderste epitelceller svulme op som ved irritation beskrevet ovenfor, og efterhånden løsne sig fra de underliggende celler. Der opstår herved et hulrum mellem de yderste celler og blodkarrene, som gør det vanskeligt for fisken at optage og overføre ilt fra vandet til blodet (og komme af med affaldsstoffer den modsatte vej), og fisken kan således dø af kvælning. Afstødning af celler ses tydeligt ved brug af formalin i koncentration på 200-300 ppm i en time, og der findes eksempler på, hvor pereddikesyre-holdige produkter doseret i for høje mængder har svitset gællerne med akut ødelighed til følge.

Ved skift fra høj til lav pH kan der bl.a. frigøres jern og aluminium, hvoraf navnlig jern er mest aktuelt herhjemme. De frigjorte jern-/ aluminiums forbindelser kan fælde ud på fiskens gæller, som herved lukkes til og ilt-optagelsen hindres, fisken kvæles.

Tilsvarende kan store mængder af svamp (*Saprolegnia*) og alger lægge sig på gællerne med samme resultat.

5. Vandbehandling

Ved vandbehandling skal der tilsættes en vis mængde aktivt stof over en given periode for at opnå en ønsket effekt. Hvis der tilsættes for lidt stof (underdoseres) er behandlingen utilstrækkelig, hvilket ligesom overdosering ikke er ønskeligt. Der er en klar sammenhæng i behandlingseffektiviteten, stoffets koncentration og kontaktperioden (fig. 5.1). Behandlingseffektiviteten øges ved stigende koncentration og varighed. Ved at ændre på koncentration og kontakttiden kan samme effekt opnås, og dette forhold kan med fordel benyttes i forskellige situationer, hvor recirkulation og lang opholdstid er en mulighed.



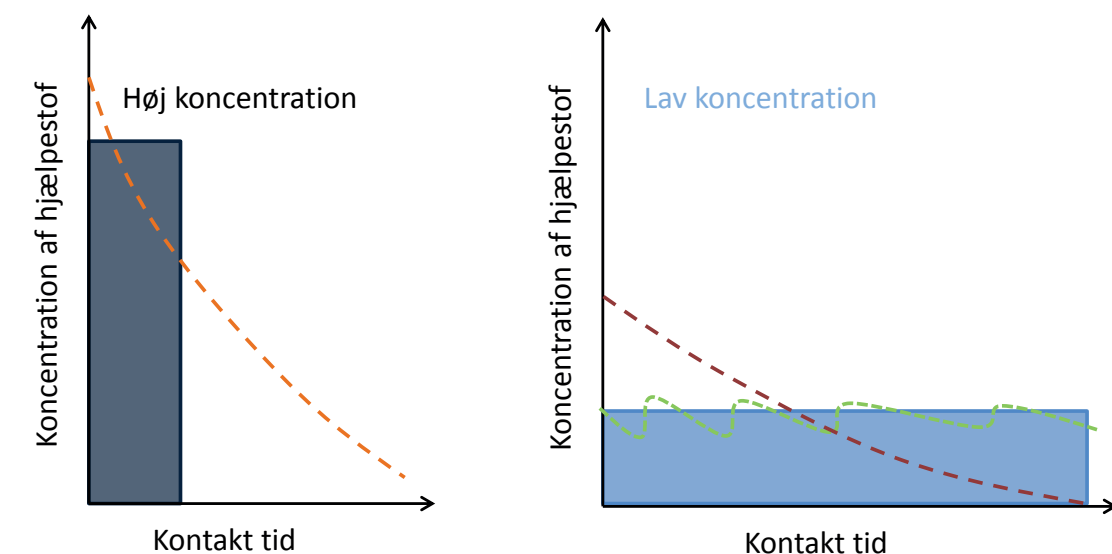
Figur 5.1. Sammenhæng mellem kontakttid, hjælpestofkoncentration (lav, middel, høj) og behandlingseffektivitet.

I recirkulerede anlæg kan man opretholde lange behandlingsperioder og opnå samme effekt ved at dosere i mindre mængder. Dette kan gøre det lettere at benytte stoffet sammen med biofiltre. Til bekæmpelse af fiskedræber parasitten er det ligeledes en fordel med længerevarende behandlingsperioder. Opholdstiden i jorddamme kan øges ved at trække en dam ned og/eller lukke af for vandforsyningen til dammen og lade vandet recirkulere med en pumpe.

I tilfælde hvor vandtilførsel og damvolumen ændres, er det vigtigt at der ikke optræder ugunstige betingelser som følge heraf. Vandets iltindhold bør ikke mindskes, og eventuelle forekomster af slam i dammen kan blive hvirvlet op, hvis fiskene reagerer voldsomt på de nye betingelser i forbindelse med vandbehandling.

Det afgørende for en vellykket behandling er ikke mængden af tilsat produkt - men mængden af det virksomme stof – målt i vandfasen.

Ved længerevarende behandlinger har vandskifte og evt. nedbrydning betydning for den faktiske koncentration. I praksis kan den forventede koncentration variere betydelig som følge af hjælpestofproduktets sammensætning og vandets kvalitet. Dette gælder især ustabile produkter og/eller hurtigt nedbrydelige produkter som brintoverilte og isæt pereddikesyre. Figur 5.2B viser hvorledes behandlingsstyrken (arealet under kurven) kan se ud og afvige fra det forventede. For stoffer som salt og kobber nedsættes koncentrationen kun som følge af fortynding.



Figur 5.2. Eksempler på to vandbehandlingssituationer med høj og lav koncentration af hjælpestof. Figuren t.v. illustrerer et tænkt eksempel for en enkeltdosering i en gennemstrømsdam hvor koncentrationen (stiplet) aftager på grund af fortynding. T.h. ses to måder at opretholde en given lav koncentration over en længere periode ved at kompensere for omsætning og eventuel fortynding. Det grønt stiplede kurveforløb viser koncentrationen ved gentagne dosering.

Den rette dosering

I Bilag 2 findes der en række anbefalinger til dosering af de enkelte hjælpe-stoffer. Når det drejer sig om at skulle bruge et helt nyt hjælpestof er det dog lettere skrevet end gjort.

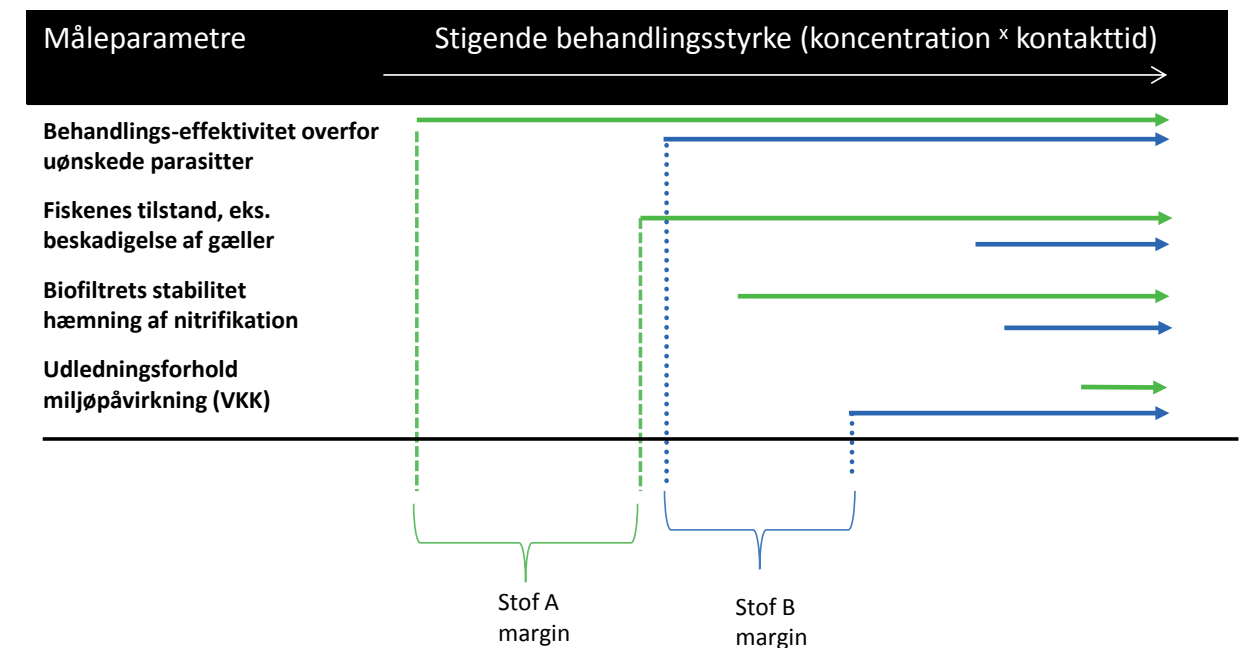
Betingelserne for vandbehandling er sjældent ens, og derfor er det vanskeligt at opstille generelle retningslinjer. Fiskeart, fiskestørrelse, vandtemperatur og vandkvalitet kan variere fra anlæg til anlæg og skal tænkes med ind i planlægningen af vandbehandling.

Visse hjælpestoffer, eksempelvis formalin, har et bredt terapeutisk vindue og er derved relativt sikker at anvende. Erfaringsgrundlaget er ofte mindre og knapt så entydigt ved brug af nye handelsvarer; hvis udfaldsrummet ikke er veldefineret er behandlingerne forbundet med en vis usikkerhed med risiko for såvel under- som overdosering. Det tilrådes derfor at gå forsigtigt til værks.

Den rette dosering kan indsnævres ved at lave nogle mindre forsøg hvor forskellige koncentrationer af det nye hjælpestof afprøves i lille skala med anlægsvand og fisk. Her gælder det om at indkredse hvor meget hjælpestof der skal til – og hvornår behandlingsstyrken bliver for kraftig. Generelt gælder det, at

- Jo højere vandtemperatur desto kraftigere giftvirkning af hjælpestoffer
- Jo mindre fiskene er – desto mere udsatte (mindre tolerante) er de
- Jo mere organisk materiale i vandet, desto større desinfektionsbehov
- Jo større grad af recirkulering (længere opholdstid) desto lavere dosering

Figur 5.3. viser hvilke hensyn og overvejelser der bør træffes ved indførelse af en ny type vandbehandling, hvor der kan være risiko for at fisk, biofilter bakterier eller miljøet påvirkes u hensigtsmæssigt.



Figur 5.3. Illustration af to forskellige hjælpestoffers optimale behandlingsområde. Den nedre margin indtræder hvor behandlingseffekten begynder. Overdoseringen indtræder når behandlingsstyrken begynder at påvirke fisk, biofilter eller vandløb u hensigtsmæssigt. Forhold omkring arbejdssikkerhed ikke inkluderet da det er uafhængig af behandlingsstyrken

Tekstboks: Vandbehandling med farve-indikator.

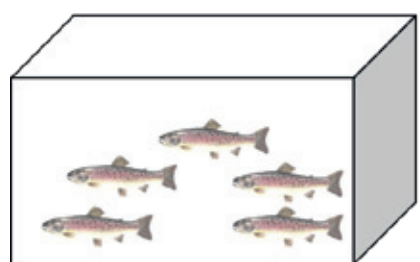
En måde at anskueliggøre princippet for vandbehandlingens virkning er ved at forestille sig at kemikaliet giver en rød farve når det opløses i vand. For at stoffet skal virke kræves en vis farveintensitet i en given periode. Når stoffet nedbrydes aftager farven, ligesom fortynding svækker farveintensiteten. Ved denne tænkte behandlingsform kan opblanding og koncentrationen følges og det kan kontrolleres om udløbsvandet har en restfarve.

Afprøvning af et nyt hjælpestof

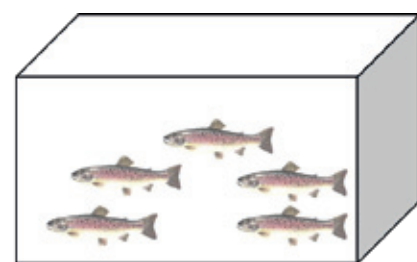
Nye hjælpestoffer til vandbehandling kan med fordel afprøves i "fredstid" ved at anvende anlægsvand og sunde fisk til forsøg i små kar eller baljer. På den måde får man viden om hvordan fiskene reagerer ved forskellige doseringsmængder under de givne betingelser og kan se.

Eksempel: Brug af brintoverilte til vandbehandling i sættefisk i saltvand

Ifølge hjælpestof-mappen anbefales en startdosis på 40 ml/m³ suppleret med yderligere 10 ml/m³ efter en time i en periode, hvor vandet recirkuleres i 3-4 timer. Et forsøg kunne for eksempel omfatte den anbefalede startdosering samt dobbelt doseringsstyrke som vist nedenfor. Forsøget vil vise om fiskene kan holde til de valgte koncentrationer, hvordan vandets iltindhold påvirkes og hvilke stofkoncentrationer, der opnås under behandlingen.



Anbefalet 40 ml/m³
(2 ml i 50 liter med beluftning)
Startkonc. ca. 16 mg H₂O₂ / l



Anbefalet 80 ml/m³
(4 ml i 50 liter med beluftning)
Startkonc. ca. 32 mg H₂O₂ / l

Produktinfo: 35 % g/g svarer til 400 gram/l; da 1 ml = 1,14 g.
Fortyndingen ved behandling t.v. er (1000 l/0,040 l = 25.000)
Koncentrationen beregnes til 400 g/l : 25000 = 16 mg H₂O₂/l.

Fortyndede opløsninger

Hvis der skal tilsættes en lille mængde af et produkt, f.eks. 0,5 ml kan det være en fordel at lave en fortyndet stamopløsning. Stamopløsningen kan laves ved at tilsætte 10 ml produkt til en ren beholder og fortynde til 1 liter. Denne opløsning er 100 gange fortyndet og kan lettere afmåles – i dette tilfælde hvor 50 ml stamopløsning indeholder det samme som 0,5 ml af det stærke produkt

Bemærk: Hvis der laves fortyndinger af et let nedbrydeligt hjælpestof skal der bruges rene plastvarer/beholdere og fortyndes med hanevand (så dele af det aktive stof ikke forbruges).

Afprøvning af hjælpestoffer kan med fordel indeholde brug af måleudstyr (ilt og pH, testkit eller sticks) så der opbygges erfaringsgrundlag og fortrolighed med proceduren. Når behovet opstår, kan vandbehandlingsproceduren tilrettelægges er følgende overvejelser

1. Udvalg de(t) hjælpestof(fer) der har en dokumenteret effekt overfor det pågældende problem (eksempelvis fiskedråber eller gælletilslimning)
2. Vurder om fiskene kan holde til de foreslåede doseringsmængder (livsstadie, tæthed, ilt, pH og temperatur; risiko for gælleskader m.v.)
3. Vurder evt. effekt på biofilter (mulighed for bypass, tid siden returskyl, frakobling af enkelte filtre, nedsat indfodring) ved den planlagte behandling
4. Vurder eventuelle miljømæssige forhold – og tilrettelæg vandbehandlingen så det minimerer risiko for udledning af restmængder
5. Vælg målemetode(r) til sikring af vandkvaliteten under behandlingen (restkoncentration, ilt, ammonium/nitrit – organisk materiale)
6. Registrer betingelser for behandling og resultaterne deraf til senere brug.
7. Mål og registrer vandkemi (ammonium, nitrit og pH) forud for behandlingen og efterfølgende til sammenligning og dokumentation i anlæg hvor der er høj kvælstofbelastning.

Bemærk at behandlingskoncentrationen gælder for det aktive stof – dvs. hvis en handelsvare indeholder 25% aktivt stof skal der tilsættes 4 ml for at opnå 1 gram (1 ml) aktivt stof. Doseringsvejledninger kan også angive mængder, hvor det er en volumen af en handelsvare der skal doseres.

Koncentrationen ppm (*parts per million*) er for eksempel mg/l eller g/m³

Det vil sige, at 1 mg/liter svarer til 1 g/m³ eller 1 ml rent stof/m³

6. Effekt af hjælpestoffer på fisk

Hjælpestofferne har til hensigt at forbedre vandkvalitet blandt andet ved at begrænse forekomsten af parasitter eller bakterier. Da stofferne har en høj reaktionsvillighed og har antimikrobiel effekt, er brugen samtidig forbundet med en risiko for at fisken kan tage skade. Disse skader kan opstå direkte som forgiftning eller indirekte ved påføring af skader på slimlag og i gællevæv. Direkte giftvirkning kan eksempelvis opstå hvis der benyttes formalin udsat for frost (opbevaret ved $< 4^{\circ}\text{C}$), hvorved det yderst giftige stof paraformaldehyd udfældes. Overdosering med pereddikesyre, enten ujævn fordelt eller ved for høj koncentration over længere tid kan medføre akut fiskedødelighed hvis gællerne beskadiges som følge af direkte ætsning.

Indirekte skader kan være følgevirkninger af vandbehandlinger hvor fiskens slimlag eller gælle-epitel påvirkes. Herved nedsættes fiskens modstandskraft og vil være mere modtagelig overfor andre udefra kommende påvirkninger.

Indirekte skader kan også opstå som følge af store variationer i vandkvaliteten; eksempelvis større ændringer i pH eller iltkoncentration som følge af vandbehandling. Brintoverilte produkter frigiver ilt ved nedbrydelse, mens ændring i pH kan ske til begge sider; pereddikesyre kan medføre et fald i pH mens natriumpercarbonat kan hæve vandets pH værdi med 1-2 pH enheder. Disse ændringer kan påvirke fiskens syre-base regulering og gøre fisken mere modtagelig. Anvendelse af salt eller natriumpercarbonat kan medføre at slamansamlinger opløses i vandfasen, hvilken kan medføre forgiftninger med eksempelvis svovlbrinte.

Ved vandbehandling med pereddikesyre produkter ses der typisk en kortvarig, kraftig reaktion hos fiskene. Fiskene bliver urolige, søger mod overfladen og væk fra doseringsstedet, og en pulserende bevægelse kan følges rundt i raceway-dammen indtil stoffet er jævnt fordelt. Det tilrådes at fordele hjælpestoffet i dammen eller tilsætte mængden gradvist så der ikke opstår chokeffekt.

Ens for alle hjælpestoffer er at fisk reagerer kraftigst første gang fisken møder et stof. Tilvænning til stofferne mindsker altså fiskenes negative reaktion.

7. Effekt på biofilter

I anlæg med lavt vandskifte vil der oftest være biofiltre til at fjerne hovedparten af ammonium, nitrit og opløst organisk materiale.

Ved vandbehandling i disse typer anlæg skal der tages særlige forholdsregler, da hjælpestoffet vil kunne beskadige de gavnlige kvælstof-omsættende bakterier i biofilteret. Direkte i form af hæmning/desinfektion eller indirekte som følge af ændringer i vandkemi (iltningsgrad, pH). Samtidig skal det undgås, at biofiltrene kommer til at fungere som en rugekasse for uønskede mikroorganismer der efterfølgende kan frigøres til opdrætsenhederne. Nogle typer hjælpestoffer øger også risikoen for frigivelse af store mængder organisk materiale fra biofilm eller slamansamlinger i biofiltret til opdrætsvandet. Dette kan påvirke fiskenes gæller negativt.

7.1. Vandbehandling uden om biofiltret

En mulighed at sikre biofiltret på er at afbryde vandtilførslen midlertidigt, mens behandlingen foregår. Dette indebærer 3 umiddelbare ulemper/risici:

- 1) der ophobes ammonium/ammoniak i opdrætsenheden. Ammoniak kan være giftig for fiskene, og indholdet øges med stigende pH. Det bør overvejes om fodringen skal stoppes eller nedsættes før og under en vandbehandling, hvor vandtilførslen til biofiltret er stoppet.
- 2) parasitterne er beskyttet i biofiltret (refugium) og kan derved ikke elimineres.
- 3) ved at lukke for vandtilførslen fra anlægget (afkoble biofiltrene) kan der opstå u hensigtsmæssige iltfrie forhold i biofiltret. Ved bundbeluftning i kontaktfiltre kan der ligeledes frigives betydelige mængder organisk materiale hvis filteret ikke er tilstrækkeligt vedligeholdt. Regelmæssig returskylning nedsætter denne risiko. Når vandbehandlingen er overstået og den aktive stofkoncentration er tilpas lav kan vandet atter ledes gennem biofiltret.

7.2. Vandbehandling i hele anlægget og påvirkning af biofiltret

Hvis hjælpestofkoncentrationen og kontakttiden i biofiltret er for høj vil de fastsiddende bakterier på biofilmen påvirkes. Hæmningen af disse bakterier kan medføre at omsætningen af ammonium (NH₄⁺/NH₃) og nitrit (NO₂⁻) forringes. Herved ophobes disse to stoffer og det kan nedsætte fiskenes ædelyst eller føre til øget dødelighed.

For at kunne vurdere en eventuel effekt på biofiltret og have mulighed for at foretage korrigerende handlinger (reducere indfodring, regulere pH eller tilsætte salt) tilrådes det at lave systematiske målinger af ammonium og nitrit koncentrationer i vandfasen før en vandbehandling og efter en vandbehandling.

Følgende måleudstyr/testkit kan med fordel benyttes til måling af vandkemi:



Vandkemisk parameter	Måleområde	Produkt info
Ammonium*	0-10 mg/L NH ₄ ⁺	Merck 1.11117.0001
Nitrit	0-10 mg/L NO ₂ ⁻	Merckoquant 110057
Nitrat	0-500 mg/L NO ₃ ⁻	Merckoquant 1010020.0001
Alkalinitet	0-240 mg/L CaCO ₃ (0-6 mækv./L)	Hach Lange "Aquamerck" Cat. 27448-50
Brintoverilte	0-25 mg/L H ₂ O ₂	Merck 1.10011.0001

*Bemærk at formalin påvirker ammonium analysen og derved kan give et fejlagtigt billede; forekomst af formaldehyd i rent vand vil vise højt ammoniumindhold

Pereddikesyre test kit (eksempelvis Merck 1.10084 0-50 mg/L CH₃CO₃H har vist sig delvis uegnet p.g.a. måleområde og skalering).

Ved lav dosering og/eller tilvænning kan nogle hjælpestoffer recirkuleres over biofiltrene. Derved sikres en mere effektiv samlet vandbehandling. Dette gælder eksempelvis salt og formalin (se tabel 7.1).

Tabel 7.1. Udvalgte hjælpestoffer i forbindelse med vandbehandling i biofiltre. Halveringstid angivet i forbindelse med realistiske behandlingskoncentrationer

Hjælpestof	Vandbehandling i anlæg med biofiltre			
	Omsætning	Halverings tid	Omsætning mg/m ² /time	Særlige forbehold
Brintoverilte	+++	< 1 time	1000	Biofilm kontrol; mild returskyl af biofilter
Formalin	+	~ 5 timer	10	Biofilter kan tilvænnes hvorved omsætningen øges
Iod	++	-	-	-
Kaliumpermanganat	++	-	-	-
Kloramin-T	-	-	-	-
Kobbersulfat	-	-	-	Forsigtighed; kan sammen med brug af brintoverilte give problemer
Pereddikesyre	+++	Få min	AA	Meget reaktiv og omsættes lynhurtigt. Kan bruges til biofilm kontrol – angriber alt organisk materiale
Salt	-	-	-	Ved alm. dosering påvirkes biofiltre ikke

Det kan være et problem at anvende hjælpestoffer som formalin og pereddikesyre i al for lave mængder, da formaldehyd og eddikesyre i stedet vil blive brugt som kulstofkilde/substrat til anlægget mikroorganismer.

7.3. Tilsigtet oprensning og desinfektion af biofilter

I forbindelse med isætning af nyt hold fisk kan anlæg inklusiv biofilter med fordel desinficeres før fiskene isættes så eventuelle patogener elimineres. Dette kan gøres eksempelvis ved at hæve pH værdien til ~12 med lud og lade det virke i 1-2 døgn, og/eller anvende desinfektions-midler (formalin, kloramin-T, percarbonat eller pereddikesyre) i en høj koncentration over en kortere periode.

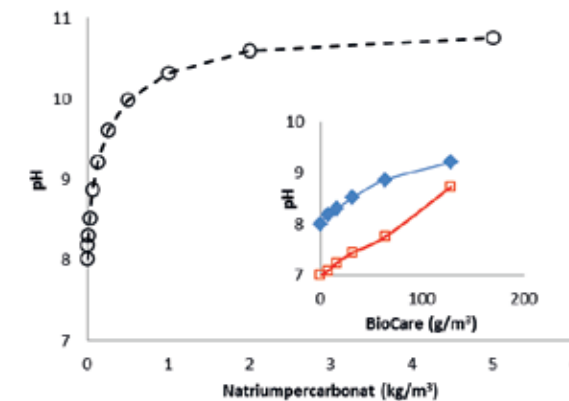
Fordelen ved pereddikesyre og BioCare (brintioverilte-produkt med carbonat) er at stofferne er bedre at arbejde med sammenlignet med formalin og begge stoffer kan benyttes til kontrol af biofilm. Biocare tilsætning medfører en betydelig pH stigning som sammen med iltfrigørelsen lettere fjerner biofilmen.

Enkelte steder bruges klorholdige desinfektionsmidler til oprensningen af recirkulerede anlæg, hvor der efterfølgende tilsættes reduktionsmiddel (natriumthiosulfat) til fjernelse af den overskydende desinfektionsmængde.

I forbindelse med desinfektion af en et biofilteranlæg vil afrivningen af biofilmen give en betydelig frigivelse af organisk materiale der vil sætte mikrosigten på arbejde. Almindelig mekanisk rengøring (f.eks. med kost, spuling, beluftning) og fjernelse af organisk materiale skal ske forud for den kemiske vandbehandling og vil sikre et væsentlig bedre resultat med et mindre forbrug af desinfektionsmidler.

7.4. Hjælpestoffer til sikring af gode betingelser for N-omsætning i biofilter

Kvælstofomsætningen (nitrifikationsprocessen) er en syredannende proces og der er derfor behov for basetilsætning (øge alkaliniteten) for at sikre en optimal omsætning. Alkaliniteten, som er systemets bufferværdi, kan reguleres med soda, hydratkalk, natriumlud eller anden base der tilsættes i forhold til mængden af foder og graden af vandskifte.



Figur 7.3. Tilsætning af natriumpercarbonat til hanevand; indsat figur viser pH stigning ved lavere doseringsmængder i to typer vand.

Ved hjælp af sticks (tabel 7.1) kan man relativt let måle alkaliniteten før og efter et biofilter. Hvis biofiltret skal fungere optimalt skal der være en alkalinitet større end 100 mg CaCO_3 (svarende til 2 mækv./L) i udløbsvandet fra biofiltret.

Et fald i alkaliniteten ved passage over biofiltret indikerer at der sker en nedbrydning af ammonium. Ammonium fjernelsen i biofiltrene øges hvis alle biofilter elementer bruges og der er ilt nok (som hovedregel mere end 5 mg O_2 /l ud af biofiltrene). Mild behandling med brintioverilte kan med fordel benyttes i forbindelse med returskylning og vedligehold af biofiltret da det løsner organisk materiale på filtrene og medvirker til et bedre, mere jævnt vandflow gennem biofiltret.

Hjælpestoffer som metanol og formalin kan benyttes til denitrificerende biofiltre, hvor bakterierne har brug for en ekstern lettilgængelig kulstofkilde.

Se Tabel 8.2 for omsætningsrater i biofilter.

Tekstboks: Både fisk og biofilter-bakterier kræver opmærksomhed

Recirkulationsteknologien gør det muligt, at bruge væsentlig mindre vand, sikre stabile betingelser, fjerne kvælstof og tilbageholde organisk materiale. En stor del af dette beror på mikrobiologiske processer i biofiltrene, hvor fastsiddende mikroorganismer/bakterier nedbryder ammonium via nitrit til nitrat. Disse bakterier fungerer bedst når filtrene holdes rene og når iltkoncentrationen og pH-værdien ikke bliver for lav.

8. Miljømæssige krav

I 2004 udgav Miljøstyrelsen en rapport med retningslinjer til fastsættelse af vandkvalitetskriterier (VKK) for miljøfremmede stoffer, herunder de stoffer der benyttes på akvakulturbrug. VKK er baseret på stoffernes giftighed og angiver gennem forsigtighedsprincip de maksimale koncentration der må optræde i vandsystemet nedstrøms akvakultur-bruget. Vandkvalitetskriterierne er senere blevet brugt til at fastsætte de egentlige Miljøkvalitetskrav (MKK), som fremgår af den i øjeblikket gældende *bekendtgørelse nr. 1022 af 25. august 2010 om miljøkvalitetskrav for vand-områder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer eller havet*.

De fastsatte miljøkvalitetskrav har fået stor betydning for akvakulturerhvervet i forbindelse med miljøgodkendelsessager. Den enkelte akvakulturbruger skal sandsynliggøre, at brugen af hjælpepestofferne ikke giver anledning til en overskridelse af Miljøkvalitetskravene i vandområderne.

Kravene er lavet med udgangspunkt i at beskytte fisk, krebsdyr, alger og blågrønalger således, at tilladte koncentrationer altid er mindst en faktor 10 mindre end den koncentration, hvor den mest følsomme arts vækst ikke påvirkes negativt. Det bemærkes at en koncentration på 10 µg/l, svarer til 10 mg/m³, eller 10 gram pr 1000 m³ vand.

Tabel 8.1. Miljøkvalitetskriterier for 6 dambrugshjælpesoffer (Bek. 1022/2010)

Stofnavn	CAS-nr.	Vandkvalitets-kriterier (VKK)	Korttids vandkvalitets-kriterier (KVKK)
		µg/l	µg/l
Brintoverilte	CAS 7722-84-1	10	100
Formalin	CAS 50-00-0	9,2	46
jod	CAS 7553-56-2	10	10
Kaliumpermanganat	CAS 7722-64-7	0,84	8,4
Kloramin-T	CAS 127-65-1	5,8	5,8
Kobbersulfat	CAS 7440-50-8	1	2

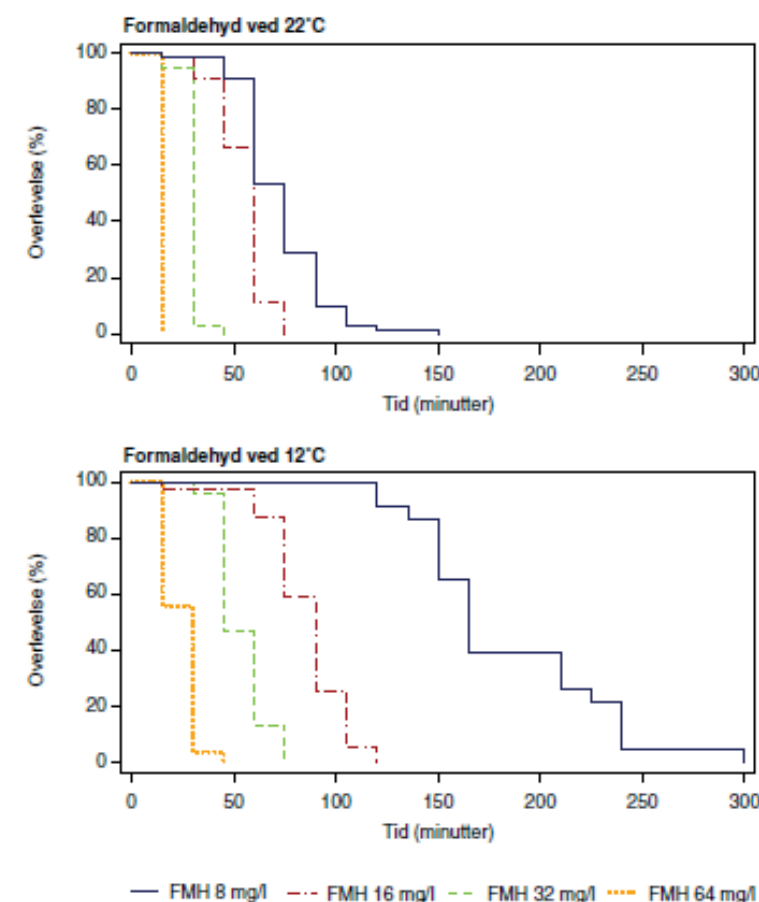
*For brintoverilte, formalin, jod og kobber er de listede værdier såkaldte tilføjede værdier

** Det bemærkes at der ikke er udmeldt MKK for eksempelvis salt (klorid) og pereddikesyre

8.1. Kan kravene opfyldes?

På mange anlæg hvor der bruges hjælpepestoffer, viser det sig, at almindelig fortynding ikke altid er tilstrækkelig til at komme under udledningskravet. I disse tilfælde er det nødvendigt at ændre vandbehandlingspraksis. De mest oplagte metoder at reducere udledningen er ved at mindske mængden af anvendt stof og øge fortyndingen.

I praksis kan det eksempelvis foregå ved at sænke vandstanden i dammene, eventuelt lukke for vandtilførslen og recirkulere vandet mens vandbehandlingen foregår. Herved nedsættes den samlede dosering (mindre volumen) og idet vandet recirkuleres kan behandlingskoncentrationen sænkes. Dette er blandt andet dokumenteret af Heinecke og Buchmann (2009) der undersøgte formalin og brintoveriltes virkning overfor parasitter ved forskellige koncentrationer.



Figur. 8.1. Sammenhæng mellem koncentration af formaldehyd (FMH), kontaktid og overlevelse af fiskedræber sværmere målt ved to temperaturer.

Andre teoretiske muligheder til at begrænse udledningen af hjælpepestoffer kunne være at have desinfektionskar med hjælpepestof som fiskene flyttes over i (p.t. eneste løsning for udenlandske havbrug, hvor laksene har problemer med gælleamøber) eller at etablere en stor tilbageholdelsesdam, hvorfra hjælpepestof rester tilføres og tilbageholdes/nedbrydes inden udledning.

8.2. Intern stofomsætning – og de muligheder det giver

Det viser sig imidlertid, at flere af stofferne nedbrydes når de tilsættes vandet. Det har for enkelte stofgrupper en afgørende betydning for den resulterende udledning til vandløbet. Stoffer som brintoverilte og især pereddikesyre omsættes relativt hurtigt og vil derfor normalt ikke volde problemer med udledningen til vandløb.

Formalin kan nedbrydes relativt hurtigt mikrobielt, og det åbner op for løsningsforanstaltninger både med hensyn til øget opholdstid og recirkulering over biofiltre. Endeligt sker der også en omsætning i plantelagunen – jo længere opholdstid, desto mere stof omsættes inden udledning til vandløbet. For de øvrige hjælpepestoffer har Miljøstyrelsen vurderet, at der i øjeblikket ikke er tilstrækkelig dokumentation for hvilken omsætning, der er i vandfasen, sediment og i biofilter. I tabel 8.2. ses nogle forskellige forhold der påvirker omsætningen af de tre hjælpepestoffer.

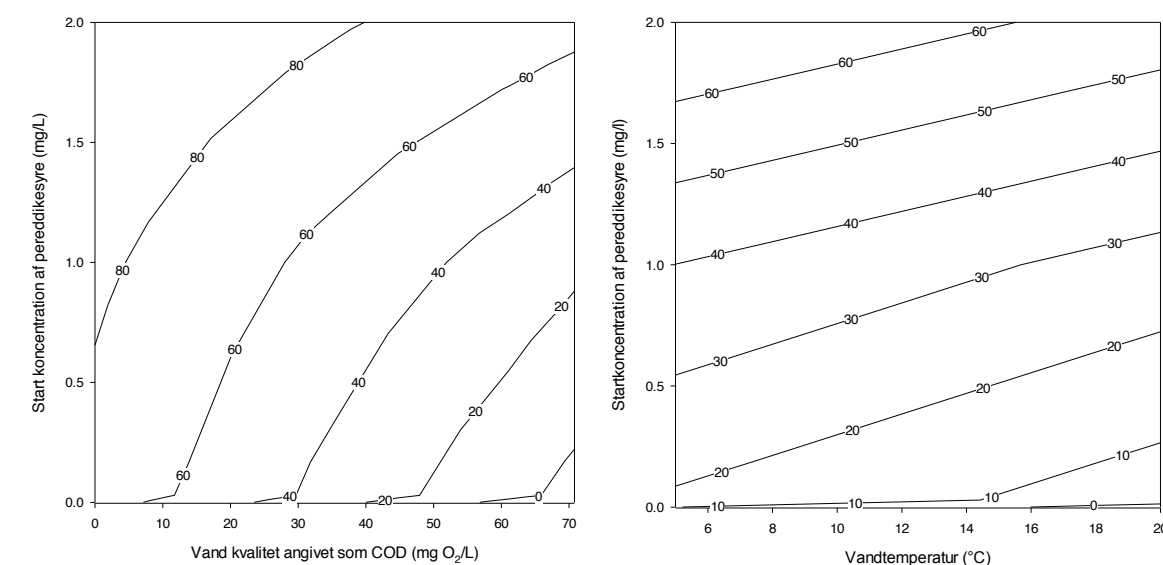
Tabel 8.2: Udvalgte forhold der påvirker omsætningen af de tre hjælpepestoffer.

Symbolerne ++ indikerer kraftig effekt, += nogen effekt, mens – angiver manglende effekt.

Hjælpestof	Temp. effekt	Vandfase	Mikrobiel omsætning	Over-flade	Fiske tæthed	Plante-lagune
Formaldehyd	++	-	++	++	-	+
Brintoverilte	++	++	++	++	++	+(+)
Pereddikesyre	+	+	-	++	++	+(+)

Betydningen af omsætningsraten af pereddikesyre er vist i figur 8.2. Det fremgår her at doseringsmængde og vandkvaliteten (indhold af organisk materiale) afgør

hvor længe pereddikesyren bliver i vandet. Eksempelvis vil der ved en realistisk dosering på 1 mg/l være 80 % aktivt stof tilbage i rent vand, sammenlignet med eksempelvis kun ca. 40 % aktivt stof tilbage vand med et større indhold af organisk materiale (COD=50 mg O₂/l). Af figur 8.2b. fremgår det at temperaturens spiller en mindre rolle; omsætningen øges kun svagt (der genfindes mindre) med stigende temperatur.



Figur 8.2. Kontur diagram der viser den resterende mængde pereddikesyre 15 minutter efter tilsætning i forhold til den tilsatte mængde. A) sammenhæng mellem doseringsmængde og vandets indhold af organisk materiale; B) sammenhæng mellem vandtemperatur og vandets indhold af organisk materiale.

8.3 Størrelsesordenen af omsætningsrater

I den nye Dambrugsbekendtgørelse (Bekendtgørelse nr. 130 af 8. februar 2012 om ferskvandsdambrug) er der opstillet omsætningsrater for de tre nævnte hjælpepestoffer (Tabel 8.3). Det fremgår heraf at formaldehydomsætningen i vandfasen er relativ beskeden, mens omsætning i sediment, plantelagune og især biofilter er væsentlig større. I praksis betyder det at model 3 dambrug kan omsætte hovedparten af formaldehydet ved at øge opholdstiden og lade biofiltret og plantelagune nedbringe den resterende mængde. For brintoverilte bemærkes de væsentlig højere omsætningsrater, hvor store mængder pr. tid fjernes ved kontakt med biofiltre eller omsættes ud gennem plantelagunen.

Pereddikesyre tilsættes i så beskedne mængde (få ml/m³) at det ikke forventes at volde problemer, hvad udledning angår.

Tabel 8.3. Omsætningsrater for hjælpestoffer (ifølge BEK nr. 130 af 8/2 2012 om ferskvandsdambrug). For hjælpestoffer gælder følgende

Stof	Matrix	Enhed	Rate
Formaldehyd	Vandfase ¹	mg/l/t	0,05
	Sediment ²	mg/m ² /t	115
	Biofilter	mg/m ² /t	10
	Plantelagune	mg/m ² /t	130
Brintoverilte	Vandfase ¹	mg/l/t	2,0
	Sediment ²	mg/m ² /t	1000
	Biofilter	mg/m ² /t	100
	Plantelagune	mg/m ² /t	4000
Pereddikesyre	Vandfase ¹	mg/l/t	0,25
	Sediment ²	mg/m ² /t	-
	Biofilter	mg/m ² /t	5
	Plantelagune	mg/m ² /t	500

¹:(damme, bagkanal og bundfældningsbassin)

²:(bundareal damme, bagkanal og bundfældningsbassin)

For øvrige hjælpestoffer gælder, at der ingen omsætningsrater er.

Lignende omsætningsrater i saltvand er fundet for brintoverilte og pereddikesyre, ligesom nye forsøg har vist at Kloramin-T omsættes i vandfasen i størrelsesordenen 0,18-0,25 mg/l/time ved doseringer fra 1-5 mg/l. Undersøgelserne målte kun på det aktive stof Kloramin-T og ikke på nedbrydningsprodukterne.

9. Arbejdssikkerhed

Opbevaring og håndtering af forskellige hjælpestoffer omfatter særlige krav til dambrugeren. De nævnte hjælpestoffer skal opbevares utilgængeligt for børn i et særskilt depot, i overensstemmelse med god erhvervshygiejne, herunder i sikker afstand fra levnedsmider og foderstoffer.



Figur 9. Risikoen for arbejdsskader kan reduceres med de rette forholdsregler.

De fleste desinfektionsmidler er ætsende og sundhedsskadelig i koncentreret form, og der er forskellige arbejdssikkerhedsmæssige forhold (førstehjælpsforanstaltninger, krav til opbevaring, særligt udstyr og forbehold ved brug m.v.) knyttet til hvert stof.

Det er vigtigt at være omhyggelig med brugen af hjælpestoffer, så risiko for ætsningsskader ved øjen- og hudkontakt minimeres. Generelt kan luftvejsgener minimeres hvis hjælpestoffer bruges udenfor, og der kræves ekstra opmærksomhed hvis hjælpestoffer anvendes til overfladedesinfektion i indendørs faciliteter.

Husk at handelsvarerne er koncentrerede og kan give kraftige reaktioner ved forkert håndtering. Hæld aldrig vand i koncentreret syre eller koncentreret base, og anvend rene beholdere til opmåling af doseringsmængder. Kemikalierne må ikke omhældes til anden emballage da der kan opstå gasudvikling.

Tabel 9.1. Udvalgte oplysninger fra sikkerhedsdatablade for dambrugshjælpestoffer

Stofgruppe	Type af kemikalie	Klassifikation	Håndtering	Særlige forholdsregler
BioCare /oxyper	Oxidationsmiddel, desinfektionsmiddel	Ætsende, lokalirriterende, brandnærende	Brug handsker og briller	Opbevares køligt og adskilt fra brandfarlige stoffer
Brintoverilte	Oxidationsmiddel, desinfektionsmiddel	Ætsende, sundhedsskadelig	Brug handsker og beskyttelsesbriller/ansigtsskærm	Opbevares i original emballage
Kloramin-T	Desinfektionsmiddel	Ætsningsfare, udvikler giftig gas ved kontakt med syre	Brug handsker – og briller	Opbevares adskilt fra stærke syrer
Hydratkalk	pH regulering	Ætsende, lokalirriterende	Brug handsker, briller	
Formalin	Desinfektionsmiddel, Parasit og svampe bekæmpelse	Sundhedsskadelig, kræftfremkaldende, >25 %: giftig	Brug handsker, briller og filter/åndedrætsværn	Må ikke opbevares under 4 °C. Kræver anmeldelse til AT. >25 % kræver giftmeddelelse
Kobbersulfat	Desinfektionsmiddel		Brug handsker	
Pereddikesyre	Oxidationsmiddel, desinfektionsmiddel	Ætsende, eksplosiv	Brug handsker og beskyttelsesbriller/ansigtsskærm	Opbevares i original emballage

For uddybende oplysninger (forholdsregler ved uheld m.m.) henvises til arbejdsmappens sikkerhedsdatablade

10. Driftspraksis, hygiejne og god vandkvalitet

Brugen af hjælpestoffer kan ikke undgås, men bør samtidig ikke ses som den første og eneste løsning. Det kan være dyrt og utilstrækkeligt, risikofyldt, og som de øvrige afsnit har vist kan det også være forbundet med arbejds- og miljømæssige gener.

Der er forskellige foranstaltninger til at holde parasittrykket ned. I mange udendørs anlæg er det modsat indendørs lukkede anlæg vanskeligt at forhindre parasiternes tilstedeværelse. Der er få procedurer til helt at undgå indførslen af parasitter fra nye hold fisk. Karantæne, eksempelvis 10 dage i 15-20 promille saltholdigt vand kan eliminere fiskedræberne, og kan for visse anlægstyper være en mulighed.

10.1. Kontrol af parasitter og biologisk vandkvalitet

Mikrosigte

Undersøgelser og praktiske erfaringer har vist at partikelfjernelse med mikrosigte med maskestørrelse på under 70-80 µm kan fjerne fiskedræber tomonterne og derved forhindre udvikling af de infektiøse stadier af fiskedræbere. Skal man derimod fange de fritsvævende stadier skal maskestørrelsen ned på 5 µm. Effektiv partikelfjernelse har en række positive effekter på den biologiske vandkvalitet og er derved central for sikring af gode produktionsbetingelser (se fiskedræber driftsorientering).

Teknisk desinfektion med UV-bestråling og ozon

Vanddesinfektion med UV-lys har en række veldokumenterede positive effekter på kontrol af den biologiske vandkvalitet. UV desinfektion hæmmer eller dræber bakterierne, men der forelægger ikke klare resultater der dokumenterer UVs desinfektionseffektivitet overfor eksempelvis parasitter som *Costia* eller fiskedræbere. I anlæg med en betydelig grad af recirkulering vil de opløste, hydrolyserede bakterier danne grundlag for vækst blandt de øvrige bakterier,

og anvendelse af UV/ozon vil i sådanne anlæg kunne være medvirkende til at opretholde et vist bakterie niveau.

I 2012 blev der lavet et litteraturstudie der blandt andet gennemgik de driftsmæssige – og økonomiske perspektiver for teknisk desinfektion (UV/ozon) af åbne model-lignende dambrug (DHI, 2012). Vandkvalitetens betydning for behandlingseffektiviteten blev ligeledes undersøgt og rapporten vurderede at vandkvaliteten var for ringe til at ozon kunne være en reel mulighed. Forbedret mekanisk rensning var således første forudsætning for at opnå en bedre vandkvalitet.

Vandbehandling med ler

Nye danske undersøgelser har vist, at ler har egenskaber der gør det velegnet som hjælpestof til vandrensning i akvakultursammenhæng.

Leret (moler eller bentonit) har flokkulerende virkning og kan derved samle partikler i vandfasen og medvirke til en bedre vandkvalitet. I det bakterier ofte er knyttet til disse partikler kan leret derved reducere den mikrobielle forekomst. I rapporten er der beskrevet et laboratorie forsøg og et feltforsøg med moler mod fiskedråber infektion. I begge tilfælde med lovende resultater. Flere dambrugere er efterfølgende begyndt at anvende moler som en del af drift rutinen og har gode erfaringer med at *smudse vandet til* for at få en bedre vandkvalitet.

10.2. Periodisk oprensning og braklægning af anlæg

Vedligehold og rengøring af anlæg vil være medvirkende til at forbedre vandkvaliteten og dermed vækstbetingelserne for fiskene.

Det er godt en gang i mellem at få *renset i bund* – vel vidende det kan være en vanskelig produktionsmæssig opgave.

Tidligere var den en normal procedure på mange dambrug at kalke jorddammene inden der kom nye hold fisk i. Ikke blot i forbindelse med VHS-angreb, men også for at sikre rene damme til de nye modtagelige fisk. I jorddamme er kalk fortsat oplagt, mens lud og anden kraftig base vil være at foretrække hvis systemvandet skal hæves til pH > 12 for en kortere periode.

Hjælpestoffer som natriumpercarbonat og eddikesyre-produkter vil med fordel kunne anvendes til kraftig oprensning og desinfektion af enheder – inklusiv biofiltre. Rensning og vedligeholdelse af biofiltre medvirker også til at skabe stabile produktionsbetingelser, som er afgørende for driften. I tilfælde hvor biofiltre delvis stopper til nedsættes kvælstoffjernelsen, vandflowet reduceres og det manglende træk gennem dammene kan medføre, at der dannes skjulte slamophobninger i anlægget som ikke er ønskeligt. Se retningslinjer for vedligehold af biofilter

10.3. Opretholdelse af god vandkvalitet

Regnbueørreder er meget robuste og kan vænne sig til meget, så længe iltkoncentrationen er tilstrækkelig høj. Opdrætsbetingelser fra anlæg til anlæg kan variere ganske betragteligt. Vandets pH kan være fra 6,5 til over 8 uden der observeres fiskedød, ammonium/ammoniak koncentrationen kan være over 10 mg/L hvis pH er tilpas lav, og nitrit kan i længere perioder være over 2-4 mg N/l uden fiskene tilsyneladende lider overlast. Vandets indhold af organisk materiale, partikler og opløste stoffer kan ligeledes variere betragteligt uden det nødvendigvis påvirker fiskene, ligesom fodringsperiode og lys-mørke forhold også kan spænde vidt.

Det vil til enhver tid gælde om at fjerne det organiske materiale fra dammene og opdrætsenheden så effektivt og hurtigt så muligt – med de begrænsninger der er for at drive anlægget kommercielt.

Det organiske materiale (foderrester og fiskefækaler, evt. døde fisk) giver grobund for mikroorganismer, der kan påvirke biofiltrenes processer u hensigtsmæssigt og det bidrager til at øge anlæggets samlede iltforbrug.

Sikring af god vandkvalitet indebærer regelmæssige målinger (ideelt udtaget samme sted på et fast tidspunkt) og vedvarende opmærksomhed på og vedligeholdelse af anlæggets arbejdsheste. Eksempelvis vedligehold af mikrosigter (filter, dyser, dug) pasning og returskylning af biofilter sektioner,

hyppig tømning af slamkegler, og fjernelse af organisk materiale samt justering af ilt og pH.

Pludselige ændringer i vandkemi bør udgås, derfor tilrådes ekstra opmærksomhed i situation med ændret udfodring og ved brug af visse hjælpestoffer.

Hvis ændringerne er minimale er fiskene bedre klædt på til at modstå forbigående ændringer i eksempelvis ammonium og eller nitrit.

11. Referencer

Adams, M. B., Crosbie, P. B. B., & Nowak, B. F. (2012). Preliminary success using hydrogen peroxide to treat atlantic salmon, *salmo salar* L., affected with experimentally induced amoebic gill disease (AGD). *Journal of Fish Diseases*, 35(11), 839-848.

Andreasen, A. 2013. Guide til rengøring af desinfektion af opdrætsmiljø. Biomar Magasinet, Jan 2013.

Andersen, P. Heldbo, J. Vestergård, M. 2011. Ler: Naturlig vandbehandling – miljøforbedring i den globale akvakultursektor. Rapport, 87 sider.

Heinecke, R.D. & K. Buchmann. 2009. Control of *Ichthyophthirius multifiliis*: dose-response trials using sodium percarbonate and water filtration. *Aquaculture*, 288(1):32-35

Janning, K., Heldbo, J., Heinicke, G. Klausen, M.M. 2012. Teknisk udfasning af formalin Udredning af muligheder for: Hygiejniserende af dambrugsvand ved anvendelse af UV- og Ozonteknologier. DHI rapport, 90 sider.

Pedersen, L-F. og Henriksen, N.H. 2011. Undersøgelse af vandbehandlingspraksis med brintoverilte og pereddikesyreprodukter på forskellige typer dambrug. DTU Aqua-rapport nr. 236; 45 sider.

Pedersen, L-F. Meinelt, T. and Straus, D.L. 2013. Peracetic acid degradation in freshwater aquaculture systems and possible practical implications. *Aquacultural Engineering (in press)*.

12. Bilag 1. Fiskedræber

Fiskedræber (*Ichthyophthirius multifiliis*)

Infektioner med den encellede hudsnylter *Ichthyophthirius multifiliis* volder til stadighed store problemer indenfor opdræt af ferskvandsfisk, herunder regnbueørreder. I denne foreliggende gennemgang, der omfatter 4 dele (I-IV) gennemgås parasittens biologi, livscyklus, udseende og afhængighed af biotiske og abiotiske faktorer. På den baggrund angives desuden muligheder for at kontrollere infektionerne med diverse tiltag.

Parasittens biologi og livscyklus - I

Sygdom fremkaldt af parasitten:

Fiskedræberinfektion (*ichthyophthiriose* eller *ichthyophthiriasis*)

Sygdomsfremkaldende organisme (patogen):

Ichthyophthirius multifiliis også benævnt "Ich" eller "Fiskedræber"

Organismens placering i dyre-systemet:

Ichthyophthirius er en en parasit (snylter), som angriber fiskens hud (eller gælleoverflade), hvorfor den betegnes en hudsnylter. Parasitten består af en enkelt celle og er således en en-cellet parasit (en protozo). Den hører til den gruppe af encellede organismer, som betegnes fimredyr eller ciliater pga at de besidder et stort tal fimrehår (cilier) på celleoverfladen. Fimrehår gør organismen i stand til at svømme frit i vandet.

Parasittens miljø:

Denne parasit er en ferskvandsorganisme, som altså foretrækker ferskvand uden salt. Den tåler ikke mere end 10 promille salt (10 g salt pr l vand). Den kan derfor ikke tåle rigtigt havvand (30-35 promille, som i Atlanterhavet), men kan klare sig i fortyndet brakvand (1-5 promille). Ved 7,5 promille er udviklingen af sværmere stærkt hæmmet.

Parasittens værter:

Denne snylter kan inficere alle de arter af ferskvandsfisk, som er testet indtil nu. Det gælder altså ikke kun regnbueørred, men tillige andre laksefisk og bl.a. karpefisk, maller, aborrefisk og ål.

Organismens livscyklus:

Ichthyophthirius multifiliis har fire stadier i sin livscyklus. 1) Trofont. Stadiet i fiskens hud kaldes trofont-stadiet. Det er det som indkapsles i fiskens hud og som kan ses med det blotte øje som hvide pletter. Det kaldes også ernæringsstadiet, fordi trofonten æder af fiskens hudceller. Således er navnet trofont afledt af det græske ord "trophos", der betyder næring. 2) Tomont. Når trofonten har nået en vis størrelse på 0.5-1.0 mm trænger den ud af fiskens hud og svømmer rundt i vandet, som et stort fimredyr på 0.5-1.0 mm. Dette stadium kaldes tomont-stadiet. Denne udtrængen af huden kan skabe huller i

fiskens hud, hvilket antageligt ødelægger osmoregulering og giver mulighed for bakterie- og svampeangreb. 3) Tomocysten. Når tomonten finder et egnet sted at sætte sig fast dannes en tynd geleagtig skal omkring cellen, hvorved der dannes en cyste, som klæber sig til underlaget. Dette stadium kaldes tomocyste-stadiet. Cysten klæber meget effektivt til underlaget. 4) Theront (tomit). Inde i tomocysten forekommer dernæst en lang række celle-delinger (antallet afhænger af temperaturen), hvorved der kan fremkomme op mod 1000 små celler, der også er fimrehårsklædte. Disse små celler trænger ud af cysten som små sværmere, der i kort tid – som regel mindre end et døgn – svømmer rundt i vandfasen og leder efter en fisk. Disse sværmere benævnes enten tomitter eller theronter. Det er disse små sværmere, som borer sig ind i fiskens hud. Når de i meget stort tal trænger ind i huden generes ørreden betragteligt, som blev den stukket af utallige nåle. En normal reaktion fra fiskens side på et sådant angreb kan være heftig spring-aktivitet op af vandet.

Parasittens udseende - II

Som nævnt har snylteren flere stadier i sin livscyklus. Således opererer man med 1) trofont-stadiet i fiskens hud, 2) tomont stadiet, der er trængt ud af huden og som endnu ikke har sat sig fast, 3) tomocyste-stadiet, som er indkapslet og fasthæftet til faste overflader og endelig 4) de infektiøse theronter eller tomitter, der kommer ud af cysten i stort tal for at opsøge og inficere en fisk. De fritbevægelige celler er fimrehårsklædte, medens der findes en gelekapsel udenom cellen i cystestadiet. Når man undersøger finner, gæller eller et hudskrab af fisken med lysmikroskop, vil man observere de store trofontstadier, som lidt mørkere celler indeholdende en lys hesteskoformet kerne (makrokerne). De stadige fimrehårsbevægelser på cellens overflade sammenholdt med den store hesteskoformede kerne er som regel en god indikation på en fiskedråberinfektion.

Temperaturens indflydelse på fiskedråberparasittens størrelse og udvikling - III

Parasitten har som nævnt flere stadier i sin livscyklus, der omfatter 1) trofonten, som er et ernæringsstadium og typisk er omkring 0.5-1.0 mm i diameter uanset temperatur, 2) tomontstadiet, der er en trofont, som er trængt ud af fiskens hud, og cellen er derfor også 0.5-1.0 mm i diameter, 3) tomocysten er en tomont som har dannet en gelekapsel udenom sig. Diameteren er derfor blot en anelse større end tomonten, altså 0,6-1,2 mm, 4) theronten: Dannelse af theronter i cysten afhænger imidlertid i høj grad af temperaturen. Ikke alene har temperaturen indflydelse på delings-hastigheden i cysten, men lav temperatur fremmer dannelse af store theronter, medens høj temperatur fører til dannelse af små theronter. Således er sværmere dannet ved 30 °C omkring 29 µm, ved 25 °C omkring 38 µm, og ved 20 °C omkring 44 µm i længden. Ved temperaturer på omkring 10-12 °C er diameteren omkring 49 µm. Ved 5 °C er størrelsen helt oppe på 57 µm i længden. (Tabel 1)

Tabel 1. Temperaturens indflydelse på størrelsen af theronter (tomitter, sværmere)

Temperatur	5 °C	12 °C	20°C	25°C	30 °C
Størrelse	57 µm	49 µm	44 µm	38 µm	29 µm

Dette forhold har naturligvis betydning for en eventuel mekanisk fjernelse af parasitstadier ved filtrering af vand med mikrosigter.

Temperaturens betydning for udviklingshastigheden:

Varigheden af livscyklus er også stærkt temperaturafhængig. Hele livscyklus varer således mellem få dage til måneder afhængig af den omgivende temperatur

Tabel 2. Temperaturens indflydelse på livscyklus

Temperatur:	3 °C	5 -7 °C	10-12 °C	15-17 °C	20-21 °C	25-30 °C
Stadium						
Tid fra trofont afgår fra hud til der frigives sværmere i tomocysten	-	9 dage	51 timer	28 timer	21 timer	18 timer
Ophold af trofont i fiskens hud	90 dage	20 dage	14 dage	12 dage	7 dage	4 dage
Livslængde af theront i vand	-	Flere dage	> 30 h	> 30 h	< 30 h	< 30 h
Livscyklus længde ialt	> 90 dage	>30 dage	< 18 dage	< 16 dage	< 9 dage	< 6 dage

Dette forhold har naturligvis stor betydning for en eventuel fjernelse af infektiøse stadier fra vandet ved hjælp af diverse hjælpemidler, som rammer de fritsvømmende sværmere (theronter, tomitter).

Kontrol af fiskedråberinfektioner - IV

Behandling af fisken:

Tidligere anvendtes en række stoffer mod fiskedråberinfektion i bla. ørredopdræt. Et af disse stoffer er malakitgrønt, som er et organisk farvestof. Stoffet er kræftfremkaldende og al brug er forbudt til produktionsdyr. Dette stof er i stand til at trænge ind i fiskens hud og nå det indkapslede parasitstadium, binde sig til genernes byggestene (DNA) og på den vis dræbe parasitten. Desværre bindes stoffet også i fisken og kan forblive der i adskillige måneder. Derved kan en forbruger ved at indtage en behandlet fisk uforvarende komme til at indtage det sundhedsskadelige stof. Derfor er stoffet ikke tildat og anvendes ikke mere i produktionen. Alle de stoffer, der er beskrevet virksomme mod hudstadiet indtil nu, synes også at være sundhedsskadelige. Det kan dog ikke udelukkes at fremtidige undersøgelser kan pege på midler af miljøneutral natur, som har høj effekt på hud-stadiet af parasitten, men indtil da kan man

derfor alternativt basere sin bekæmpelse på behandling af vandet og dets indhold af infektiøse stadier (sværmerne). Denne forebyggelse med mere miljøvenlige hjælpestoffer, som dog er mindre effektiv, er omtalt nedenfor.

Forebyggelse af infektion ved hjælp af vandbehandling:

Det er i laboratoriet dokumenteret at stoffer som formalin, natriumpercarbonat, natrium-klorid, hvidløgssaft og pereddikesyre kan dræbe sværmerstadiet i vandet og derved forhindre infektion af fisken. Det vil dog være nødvendigt at gentage en sådan vandbehandling hyppigt, idet tomocyst-stadiet i dammen ikke berøres nævneværdigt af stofferne. Der vil derfor hele tiden udgå nye sværmerstadiet fra cysten, hvorfor vandet skal behandles hyppigt for at ramme disse.

Tabel 1.

Effektive koncentrationer af miljøvenlige stoffer, der i laboratoriet ved korttidsbehandling (få timer) har vist sig i stand til at dræbe sværmerne (theronter, tomitter) fra *Ichthyophthirius multifiliis*

Stof	Natrium-percarbonat	Formaldehyd	Natrium-klorid	Hvidløg
Koncentration	20 mg/l	10 mg/l	10 g/l	62,5 mg/l

Det skal dog understreges, at disse stoffer kun er afprøvet i laboratoriet og ikke i dambrug med varierende forhold. Enhver brug af stofferne i produktionsanlæg sker således på eget ansvar. Således kan disse stoffer også påvirke ørreden negativt, især hvis de anvendes i for høje koncentrationer. Der er gennemført en række undersøgelser af pereddikesyre effekt på fiskedræberen infektiøse stadier. Disse har vist god effekt når pereddikesyre tilsættes i rent vand. Også i relativt meget lave koncentrationer (< 1 mg/l).

Hjælpestoffers effekt på trofontens exit:

Da diverse vævsdykningsmedier kan inducere hudsnylterens exit fra fiskens hud kan det tænkes, at forbehandling af fisken med fysiologisk saltvand kan reducere mængden af trofonten i huden og gøre disse tilgængelige for behandling i vandfasen.

Mekanisk filtrering af vand:

En stadig mekanisk filtrering af fiskeopdrætsvandet selv med grove sigter (70 µm) kan fjerne de såkaldte tomonter (300-500 µm), der netop er trængt ud af fiskens hud. Dette er vigtigt, idet man derved forhindrer at disse tomonter sætter sig fast på faste overflade, bliver til cyster og i løbet af et par dage producerer tusindvis af nye sværmerne. Den mekaniske filtrering er især vigtig al den stund at tomontstadiet er meget modstandsdygtigt over for hjælpestoffer (alle typer). Ved at fjerne en enkelt tomont forebygger man altså produktion af op til 1000 stk. sværmerne.

Sværmerne kan også fjernes ved brug af filtre med maskevidde på 25-50 µm, alt afhængig af temperaturen. Laboratorieforsøg har dog vist, at denne metode ikke fjerner alle sværmerne. Som supplement til andre tiltag kan metoden dog nok finde anvendelse.

UV-lys:

Der foreligger rapporter, som peger på at behandling af vand med UV-lys kan reducere forekomsten af sværmerne. Erfaringer fra store akvariesystemer viser dog, at selv kontinuert behandling ikke kan fjerne problemet helt, idet ikke alle sværmerne bliver eksponeret for lyset. Metoden kan dog tænkes at supplere andre tiltag.

Immunitet og vaccination:

Fisken er i stand til at reagere på infektionen med sit immun-forsvar. Således kan det påvises, at en lavgradig infektion, som bringes til ophør, ved f.eks. at bringe fisken i rent vand eller behandle den, kan inducere en modstandskraft mod nye infektioner af begrænset omfang. Selv immune fisk kan dog ikke modstå utallige angreb fra sværmerne, hvorfor en stadig kontrol af infektionsniveauet i vandet er ønskelig. Det er også blevet påvist, at arvemæssige forhold spiller ind ved opbygning af modstandskraft. Således er visse stammer mere modstandsdygtige end andre, hvorfor der kan tænkes at ligge et avlspotentiale i disse fisk.

Forsøgsvacciner har været anvendt mod fiskedræbersygdommen, med nogen men dog begrænset beskyttelse. Der forefindes pt ikke nogen tilgængelig kommerciel vaccine, men en række lovende forskningsprojekter beskæftiger sig med emnet.

En infektion tidligt på sæsonen vil dog teoretisk betragtet kunne give fisken en vis immunitet, der kan medvirke til delvis beskyttelse senere i forløbet, forudsat at infektionstrykket holdes på et relativt lavt niveau.

Integreret indsats for at bekæmpe infektionen

Som angivet ovenfor eksisterer der ikke en let og enkel og lovlig metode til at kontrollere infektionerne. Der er dog i snylterens biologi en del forhold, der betyder at man kan sætte strategisk ind i bekæmpelsen. Det er derfor i fremtidige forsøg relevant at undersøge om følgende tiltag kan have effekt på fiskedræberparasiternes forekomst i dambrug:

- 1) Tidlig bekæmpelse af fritlevende sværmerne i vandfasen allerede i maj ved hjælp af mekanisk filtrering. Således er sværmerne produceret tidligt på sæsonen store og fjernes ved grove sigter, medens sværmerne produceret om sommeren er mindre og kræver mindre maskevidder.
- 2) Tidlig bekæmpelse af sværmerne ved brug af miljøneutrale hjælpestoffer.
- 3) Brug af UV-lys til bekæmpelse af sværmerne i vandfasen.
- 4) Forbehandling af fisk til induktion af trofontens exit fra hud
- 5) Regelmæssig bekæmpelse i vandfase (theronter, tomonter) uden pauser
- 6) Udvikling af vacciner mod fiskedræberparasitten
- 7) Fremavl af resistente stammer af fisk

13. Bilag 2. Vandbehandlingsforslag

Brintoverilte

1. Brintoverilte

Brintoverilte fås i vandig opløsning eller bundet i fast form i pulveret natriumpercarbonat. Koncentrationen i opløsningen er typisk 35 %. Dette svarer til ca. 400 g ren brintoverilte pr. l produkt. For natriumpercarbonat er der bundet ca. 33 % brintoverilte. Mere præcist er der ca. 325 g brintoverilte pr kg natriumpercarbonat.

2. Handelsvarer

35 % Brintoverilte (flydende).

Natriumpercarbonat fås i sækkevarer under navne som Oxyper og Biocare SPC.

3. Anvendelse i akvakultur (+ virkemåde)

Vandbehandling	Æg	Yngel	Sættefisk	Portionsfisk	Moderfisk	Havbrug	Anlæg
Skimmel	+						
Parasitter		+	+	+	+		
Gæller/afslimning							
Sanering/desinfektion							+
Rensning af biofilter							+

4. Doseringsvejledning

Doseringsmængden er anlægsspecifik og bør tilrettelægges i samråd med dyrlæge. Doseringen afhænger af vandkvaliteten og opdrætssystemets indretning. Doseringsmængden øges med stigende indhold af organisk materiale i vandet. For både at minimere anvendt mængde og opnå optimal effekt kræves, at dosis i opdrætsenhederne opretholdes i flere timer. Skal der være effekt overfor parasitter bør koncentrationen af brintoverilte være over 5 mg/ml i mindst 3-4 timer. Regnbueørreder kan kortvarig tåle relativt høje brintoveriltekoncentrationer (over 100 mg/l), men ved langvarige vanddesinfektion (over en time) anbefales at koncentrationen ikke overstige 20-30 mg/l. For at opnå ovenstående er det ofte nødvendigt at dosere flere gange under samme vandbehandling. Altså at give en start-dosis og efterfølgende løbende at supplere op. Mængden, der skal suppleres op med, er ret afhængig af vandsystemets mængde af organisk materiale. Det tilrådes at følge koncentrationen af brintoverilte løbende når man supplerer. Hertil kan anvendes Mercks engangssticks.

Nedenstående kan anvendes som udgangspunkt.

Anlægstype	Tid	35 % Brintoverilte ml/m ³	Oxyper / Biocare SPC g/m ³	Bemærkning
Æg, skimmel				Bruges i USA. Dosis op til 500 mg/l i 5-45 minutter. Bør ikke bruges i perioden 70-140 daggrader pga af øget risiko for misdannelser. Få erfaringer fra DK.
Kumme gennemstrøm	Start dosis	40	75	
	Efter ca 1 time	10	15	Recirkulering i 3-4 timer
Jorddamme ¹⁾ gennemstrøm	Start dosis	50	80	
	Suppleres efter ca. 1 time	25-40	30-70	Recirkulering i 3-4 timer
Recirkulering ²⁾	Start dosis	50	80	
	Suppleres løbende i 3-4 timer.	10-20 pr time	20-40 pr time	Recirkulering i 3-4 timer
Rensning af biofilter ³⁾		20 liter pr filter sektion	25-50 kg pr filtersektion	Filtret skal være lukket
Rensning af opdrætsanlæg		100	200	Behandling foretages uden fisk men med vand. Efterfølgende desinficeres med eksempelvis NaOH.

Jorddamme ¹⁾:

Den resulterende koncentration afhænger i høj grad af hvor meget organisk materiale, der er på sider og på bunden. Er dammen helt ren skal der bruges mindre stof, end hvis dammen er "beskidt". Bemærk at Natriumpercarbonat som pulver falder til bunden inden det opløses. Hvis

pulveret tilsættes i områder med slamdannelse bliver opdrætsvandet meget snavset. Dette undgår man ved at bruge 35 % brintoverilte.

Recirkulerings anlæg ²⁾:

Er der biofilter bør man lukke for filtrets vandtilførsel under behandlingen. Udfodringen bør stoppes for at undgå ammoniakforgiftning. Filtrer kan åbnes igen når brintoverilte koncentrationen er under ca. 5 mg/l. Såfremt dette niveau ikke nås indenfor nogle timer efter vanddesinfektionen kan man med fordel lukke op for vandtilførslen til en del af det samlede biofilter (eks. en enkel filtersektion). Herved mindsker man risikoen for at en evt. negativ påvirkning af nitrificerende bakterier begrænses til en mindre del af biofiltret. Brintoverilte kan frigøre organisk materiale og samle partikler og dermed periodisk belaste mikrosigten

Rensning af biofilter ³⁾

Der bør ikke behandles mere end max 1/4 af hele biofiltret. Der beluftes i det lukkede filter i ½ - 1 time. Filtret skylles efterfølgende på normal måde og der åbnes op igen.

Det er vigtigt at holde øje med filtrenes kvælstofomsætning før og efter en vandbehandling, hvilket kan gøres ved systematisk at måle de gængse vandkemiske parametre som ammonium og nitrit med sticks eller testkit. Ved anvendelse af natriumpercarbonat skal man være opmærksom på fordeling af stoffet og være forberedt på betydelig pH stigning.

5. Anbefalede målinger og observationer i forbindelse med vandbehandling

Brintoverilte koncentrationen kan følges under behandlingen vha. simple test-sticks eksempelvis Mercks Peroxide Test ord.no. 1.10011.0001 som måler i området 0,5 – 25 mg/l. Herudover har nogle dambrugere meget gode erfaringer med at bruge udviklingen af ilt i deres anlæg, som indikator for hvor meget brintoverilte der er tilbage. Denne metode er dog mindre sikker end test-sticks.

6. Særlige forbehold i forbindelse med vandbehandling

Generelt

Omsætningen af brintoverilte kan variere fra anlæg til anlæg og hen over året, og det er vigtigt at få kendskab til betydningen af de årstids- og driftsmæssige variationer for vandbehandlingen og den potentielle risiko for beskadigelse af biofiltrene.

Brintoverilte-produkter må ikke anvendes samtidig med blåsten (kan danne giftige stoffer).

Den desinficerende effekt aftager ved lave temperaturer og ved temperaturer over 15 grader skal der udvises forsigtighed og dosis reduceres.

Regnbueørreder påvirkes meget lidt af brintoveriltens i de normalt anvendte doser. Doseringen kan derfor uden problem gentages flere dage i træk eksempelvis ved udbrud af fiskedråber.

I anlæg med biofilter

Det er vigtigt at have udtænkt korrigerende foranstaltninger i forbindelse med vandbehandling i anlæg såfremt brintoverilte koncentrationen ikke aftager som forventet og dermed kan påvirke filtrene negativt. Dette kunne eksempelvis være at øge friskvandsindtag hvis muligt.

Ved anvendelse af natriumpercarbonat stiger pH i vandfasen under behandling. Helt op til 2 enheder eksempelvis fra pH 7 til pH 9 er set i nogle systemer under almindelige standardbehandlinger. Dette kan være kritisk for fiskene, især hvis man har relativt højt ammonium/ammoniak i sit opdrætsvand. Øget pH medfører således at ligevægten mellem det ugiftige ammonium forskydes i retning mod det for fisken giftige ammoniak.

7. Krav til opbevaring

Opbevares i tætsluttede originalemballager på velventileret gerne køligt sted. Stofferne er brandnærende og bør derfor opbevares adskilt fra brandbare stoffer.

8. Arbejdssikkerhed

Brintoverilteprodukterne er klassificeret som værende ætsende og sundhedsskadelig.

Direkte kontakt med stofferne bør undgås og der skal være let adgang til vand og mulighed for øjenskyllning. Se de enkelte produkters sikkerheds blade.

9. Miljø

Brintoverilte omsættes normalt relativt hurtigt i opdrætsvand. Derfor er det at betragte som værende et meget miljøvenligt stof, idet mængden af udledte restprodukter ofte vil være meget begrænset.

10. Andet

Brintoverilte er på mange måder et godt alternativ til formalin.

For nuværende (forår 2013) har erfaringer fra praktisk brug på opdrætsanlæg dog vist, at effekten overfor gælleamøber og costia (*Ichthyobodo necator*) ikke er tilstrækkelig.

Yderligere undersøgelser pågår.

Formalin

1. Formalin

Formalin er betegnelsen for en vandig opløsning af formaldehyd. Indenfor dansk fiskeopdræt anvendes, der normalt enten en 24 % eller en 37 % opløsning. Formaldehyd er kræftfremkaldende og stoffet må derfor ifølge både dansk og EU lovgivning kun anvendes, hvis der ikke findes substitutionsmuligheder.

2. Handelsvarer

Formalin 24 % og formalin 37 %.

3. Anvendelse i akvakultur

Vandbehandling	Æg	Yngel	Sættefisk	Portionsfisk	Moderfisk	Havbrug	Anlæg
Skimmel	+	+	+	+	+		
Parasitter		+	+	+	+		
Gæller/afslimning		+	+	+	+		

4. Doseringsvejledning

Doseringsmængden er anlægsspecifik og bør altid tilrettelægges i samråd med dyrlæge. Doseringen afhænger primært af opdrætssystemets indretning og den effekt der ønskes. Formalin omsættes relativt langsom i opdrætsvand, hvilket medfører at en given koncentration er forholdsvis let at opretholde over flere timer. Forsøg og praktisk brug har gennem de sidste 5 år vist at ved, at forlænge vanddesinfektionstiden kan behandlingsdosis reduceres uden at nedsætte effekten. En dosis på 10-20 mg/l opretholdt i 4-6 timer ser således ud til at have mindst lige så god effekt som 60-80 mg/l i ¼ -½ time. En koncentration på ca. 15 mg/l i ca. 4 – 6 timer har vist effekt overfor følgende parasitter: *Chilodonella sp.*, *Ichthyobodo necator* (tidligere Costia), *Trichodina spp.*, *Gyrodactylus sp.*, *Sessile ciliater (Apiosoma sp. / Ambiphrya sp. / Epistylissp.)* og de fritsvømmende stadier af fiskedråber (*I. multifilis*). Er der tale om gælleamøber kræves der dog normalt væsentlig højere dosis. Et biofilter kan omsætte og dermed fjerne relativt store mængder formalin, hvilket der bør tages højde for når der doseres. For at spare aktivt stof kan vandet ledes uden om biofiltret, i den tid vandbehandlingen foregår.

Nedenstående kan anvendes som udgangspunkt. Ved gælleamøber kræves højere dosis.

Anlægstype	24 % formalin ml/m ³	37 % formalin ml/m ³	Bemærkning
Æg, skimmel	400	250	Behandles 1 time
Kumme	400	250	Gennemstrøms (½-1 time)
	80	50	"Lukket enhed" i 3-4 timer
Jorddamme ¹⁾	250	170	Gennemstrøms (1 time)
	80	50	"Lukket enhed" i 4-6 timer
Recirkulering ²⁾	80	50	Recirkulering i 4-6 timer

¹⁾: Såfremt behandlingen i jorddamme foregår med den reducerede dosis over 4-6 timer foregår dette lettest ved at lukke for vandforsyningen og etablere intern beluftning, eksempelvis med padlebeluftere.

²⁾: Det behandlede vand bør ledes uden om biofiltret. Alternativ kan der suppleres med ¼ -½ dosis efter 1-2 timer.

5. Anbefalede målinger og observationer i forbindelse med vandbehandling

Der findes på markedet tilgængelig små hjemme-test-sæt til formaldehyd bestemmelse. For nuværende har de afprøvede dog ikke virket optimalt. Andre stoffer i opdrætsvandet påvirker tilsyneladende resultaterne så disse bliver utroværdige.

6. Særlige forbehold i forbindelse med vandbehandling

Generelt

Den desinficerende effekt aftager ved lave temperaturer og ved temperaturer over 15-18 grader skal der udvises forsigtighed og dosis reduceres.

Formalin medfører at fiskens slimdannelse indledningsvis øges. Efter en vis tid kan slimcellerne dog ikke følge med og fiskens hud/gæller kan derfor i sidste ende blive afslimet, når der anvendes formalin.

I anlæg med biofilter

Det har vist sig, at de nitrificerende bakterier i et biofilter normalt ikke påvirkes væsentlig i negativ retning. Specielt ikke hvis biofiltret vænnes til formalin. Omsætningen af formalin kan dog variere fra anlæg til anlæg og hen over året, og det er vigtigt at få kendskab til betydningen af de årstids- og driftsmæssige variationer for vandbehandlingen og den potentielle risiko for beskadigelse af biofiltrene. Såfremt biofiltret påvirkes negativt er det ofte de bakterier der omdanner nitrit til nitrat der påvirkes negativt. Derfor vil det oftest være nitrit der stiger i et anlæg hvor formalin har haft en negativ effekt på biofiltret.

7. Krav til opbevaring

Formalin skal opbevares i tæt lukkede beholdere. Må ikke opbevares med levnedsmidler. Bør opbevares frostfrit og under 20 °C. Dette for at undgå udfældning og dannelse af paraformaldehyd, hvilket kan være giftigt for fiskene. 37 % formalin er klassificeret som værende giftig. Dette medfører at der er krav om opbevaring under lås og utilgængeligt for børn samt om at indhente en såkaldt Giftmeddelelse hos Arbejdstilsynet for at kunne erhverve formalinen.

8. Arbejdssikkerhed

Formalin er opført som værende kræftfremkaldende og allergifremkaldende. De kræftfremkaldende egenskaber medfører at stoffet kun må anvendes hvis der ikke kan substitueres med andre stoffer. Før formalin kan anvendes skal der indsendes en såkaldt § 33 anmeldelse til Arbejdstilsynet, se evt. Dansk Akvakulturs hjemmeside.

Der skal ved brugen af formalin anvendes egnede beskyttelseshandsker, -tøj og -maske. Må kun anvendes på steder med god ventilation/udluftning.

9. Miljø

Formalin omsættes relativt langsom i opdrætsvand men hurtigt i biofiltre. Der er fastsat et gældende Miljøkvalitetskrav som gør at formalinbehandlet vand kræver væsentlig fortynding inden afledning til vandmiljøet, med mindre man omsætter stoffet i biofilter/plantelagune.

10. Andet

Dansk Akvakultur arbejder for en målsætning om at udfase brugen af formalin på danske akvakulturbrug.

Hydratkalk

1. Hydratkalk

Hydratkalk er betegnelsen for calciumhydroxid i pulverform. Hydratkalk erhverves normalt i 60-100 % renhed. Anvendes i udbredt grad til styring af pH og alkalinitet i opdrætsvand. Dette bruges i forbindelse med eksempelvis udfældning af jern, optimering af biofilterfunktion og desinfektion af vand + opdrætsenhedernes overflade.

2. Handelsvarer

Hydratkalk.

3. Anvendelse i akvakultur

Vandbehandling	Æg	Yngel	Sættefisk	Portionsfisk	Moderfisk	Havbrug
Udfældning af jern	+	+	+	+	+	
Justering af pH i anlæg	+	+	+	+	+	
Øge alkalinitet i recirk.		+	+	+	+	
Desinfektion af overflader	+	+	+	+	+	
Desinfektion af biofilter		+	+	+	+	

4. Doseringsvejledning

Doseringen afhænger af formålet.

Når hydratkalk anvendes i forbindelse med jernudfældning sker dette ved kontinuerlig tilsætning, hvorved pH hæves svagt. Dosis afhænger helt af de givne omstændigheder.

Ved justering af alkalinitet i recirkulerede anlæg tilsættes hydratkalk således at opdrætsvandes indhold af CaCO₃ overstiger mindst 150 mg/l og gerne over 200 mg/l svarende til 4 mækv/l bicarbonat.

Ved anvendelse af hydratkalk til at desinficere overflader eksempelvis, ved tørlægninger/desinfektion i jorddamme anvendes mindst ½ kg pr m³.

Ved desinfektion af opdrætsanlæg (uden fisk) herunder biofilter tilsættes, efter grundig rengøring, hydratkalk indtil pH > 11.

5. Anbefalede målinger og observationer i forbindelse med vandbehandling

pH kan i dag måles på mange måder. Fra simpel sticks til avancerede pH-sonder. I forbindelse med pH kontrol af hydratkalk er de billige sticks ofte tilstrækkelig præcise til at dække behovet.

6. Særlige forbehold i forbindelse med anvendelsen

I forbindelse med udfældning af jern.

Efter hydratkalk tilsætningen kræves en vis reaktionstid (gerne mindst ½ time) inden jernet udfælder. Opiltning af vandet øger hastigheden hvormed jernet udfælder.

I forbindelse med justering af alkalinitet.

Doseringen af hydratkalk bør foregå kontinuerlig. Hvis ikke der tilsættes løbende risikerer man at alkaliniteten i perioder i døgnet falder under de 4 mækv/l bicarbonat. Herved kan den optimale nitrificeringen i biofiltret påvirkes negativt.

7. Krav til opbevaring

Hydratkalk skal opbevares i tæt lukkede emballage på et tørt sted. Må ikke opbevares med levnedsmidler.

8. Arbejdssikkerhed

Hydratkalk er ætsende og virker stærkt lokalirriterende. Især øjne og øvre luftveje er udsat. Der bør bruges beskyttelseshandsker og –briller. Kommer stoffet i øjne skal der skylles i flere minutter og straks søges lægehjælp.

9. Miljø

Hydratkalk er relativt miljøvenligt. Det er dog vigtigt ikke at udlede behandlet vand hvor pH ikke er neutraliseret, enten naturligt eller ved tilsætning af syre.

10. Andet

Kloramin T

1. Kloramin T

Kloramin T er et pulver (100 %).

Har bredspektret effekt overfor en lang række svampe, bakterier, vira og parasitter der er relateret til fiskeopdræt. Der er dokumenteret effekt overfor bakterier som forårsager rødmundsyge og furunkulose, IPN-virus, saprolegnia-svampe og parasitter som costia og fiskedråber.

2. Handelsvarer

Kloramin-T eller Halamid.

3. Anvendelse i akvakultur

Vandbehandling	Æg	Yngel	Sættefisk	Portionsfisk	Moderfisk	Havbrug	Anlæg
Parasitter		+	+	+	+		
Gæller		+	+	+	+		

4. Doseringsvejledning

Doseringsmængden afhænger primært af vandets hårdhed og pH. Stigende mængder ved højere pH og/eller højere hårdhedsgrad. Indenfor dansk akvakultur har Kloramin-T mest været anvendt i traditionelle kummehuse og damme med forholdsvis kort opholdstid. Kloramin-T omsættes relativt langsomt i opdrætsvand, hvilket medfører at en given koncentration er forholdsvis let at opretholde over flere timer. Stoffet er dog anvendt i de nyere modeldambrug. Er der biofilter i anlægget bør det behandlede vand ledes uden om biofiltret, i den tid vandbehandlingen foregår. Når der åbnes for biofiltret igen kan dette med fordel gøres trinvis således at kun en del af biofiltret åbnes og kunne denne del modtager vandet med det høje indhold af bakteriedræbende Kloramin-T.

Nedenstående kan anvendes som udgangspunkt. Husk dog at justere i forhold til pH og hårdhed.

Anlægstype	Kloramin T g/m ³	Bemærkning
Kumme	65-200	Max 1 time
	3 ¹⁾	"Lukket enhed"
Jorddamme	45-200	Max 1 time
	3 ¹⁾	"Lukket enhed"
Recirkulering ²⁾	0,5 - 1	

¹⁾: Denne koncentration er oplyst af producenten af Halamid.

²⁾: Denne koncentration er med god effekt afprøvet af en række Model-dambrug 3.

5. Anbefalede målinger og observationer i forbindelse med vandbehandling

Såfremt Kloramin-T anvendes i anlæg med biofiltre bør opdrætsvandets indhold af ammonium og nitrit følges tæt i perioden efter behandling.

6. Særlige forbehold i forbindelse med vandbehandling

Generelt

Kloramin-T kan bruges flere dage i træk på samme fisk. Fiskenes gæller kan dog påvirkes negativt ved høje dosis og ved flere behandlinger i træk.

I anlæg med biofilter

Kloramin T skal anvendes med stor forsigtighed for at undgå at biofiltrets nitrificerende effekt ikke med et forsvinder.

7. Krav til opbevaring

Opbevares tørt + køligt og adskilt fra stærke syrer.

8. Arbejdssikkerhed

Stoffet giver overfølsomhed ved indånding. Ætningsfare. Udvikler giftige gasser ved kontakt med syre. Der skal være let adgang til vand og øjenskyllflaske.

9. Miljø

Kloramin T har et forholdsvis lavt Miljøkvalitetskrav og da stoffet nedbrydes relativt langsom i dambrugsvand (uden biofilter) kræver anvendelse ofte at der enten doseres i få kummer/damme eller alternativt at det behandlede vand ledes til dam med forlænget opholdstid (retentionsdam), hvorfra udledning kan foregå kontrolleret langsomt.

10. Andet

pH regulerende stoffer

1. Natriumhydroxid eller saltsyre.

Når pH skal justeres op kan der anvendes natriumhydroxid som findes i opløsning (Natronlud 27,7 – 32.5 % NaOH) eller i fast form som Kaustisk Soda (100 % NaOH).

Når pH skal justeres ned kan der anvendes saltsyre (eksempelvis 30 % HCl). Pas på med støddosering.

2. Handelsvarer

Basemidler: Natronlud, Kaustisk Soda.

Syremiddel: Saltsyre

3. Anvendelse i akvakultur

Natronlud Kaustisk Soda	Æg	Yngel	Sættefisk	Portions- fisk	Moder- fisk	Havbrug
Udfældning af jern	+	+	+	+	+	
Justering af pH i anlæg	+	+	+	+	+	
Desinfektion af overflader	+	+	+	+	+	
Desinfektion af biofilter		+	+	+	+	

Saltsyre	Æg	Yngel	Sættefisk	Portions- fisk	Moder- fisk	Havbrug
Rensning af boring / beluftere	+	+	+	+	+	
Justering af pH i anlæg	+	+	+	+	+	

4. Doseringsvejledning

Doseringen afhænger af formålet.

Ved pH justeringer i opdrætsvandet er doseringen meget afhængig af vandets bufferkapacitet og der skal de første gange gås meget forsigtigt frem. Selv små mængder tilsat syre eller base kan medføre utilsigtede store pH-fald eller pH-stigninger.

Ved anvendelse af basemidlerne til at desinficere overflader eller biofiltre forudsætter optimal effektivitet, at organisk materiale på forhånd er fjernet (evt. vha. brintoverilte midler). For at sikre tilstrækkelig desinficerende effekt skal der opnås en pH på over 11. Filtersektionen skal være helt lukket under behandlingen.

5. Anbefalede målinger og observationer i forbindelse med vandbehandling

pH kan i dag måles på mange måder. Fra simpel sticks til avancerede pH-sonder. Hvilken metode der vælges afhænger af blandt andet af hvilken nøjagtighed man ønsker, hvor ofte udstyret skal anvendes og pris.

Ved desinfektion af biofilter.

Her kan forventes at filteres nitrificerende effekt vil være væsentlig nedsat efter desinficeringen. Derfor bør kun en del (maks 1/3) af et opdrætssystemets samlede biofilter desinficeres på samme tid. Ellers er der risiko for ophobning af ammoniak og nitrit efterfølgende. Undtagelsen er dog hvis hele opdrætsanlægget tømmes for fisk og desinficeres. Her skal man efterfølgende starte forsigtigt op igen og udfodringen tilpasses daglige målinger af ammonium og nitrit.

6. Særlige forbehold i forbindelse med anvendelsen

Ved anvendelse af Kaustisk Soda skal der udvises stor forsigtighed. Der er stor risiko for ætsninger. Se også under arbejdssikkerhed.

7. Krav til opbevaring

Opbevares i tætlukkede originalemballager.

8. Arbejdssikkerhed

Hæld aldrig vand i koncentreret syre eller base – altid syre/base i vand for at undgå en for voldsom reaktion.

Der bør bruges beskyttelseshandsker og –briller. Kommer stoffet i øjne skal der skylles i flere minutter og straks søges lægehjælp.

Må ikke anvendes af unge under 18 år.

9. Miljø

Det er vigtigt ikke at udlede behandlet vand, hvor pH ikke er neutraliseret, enten naturligt eller ved tilsætning af syre/base.

10. Andet

Fodersalt

1. Fodersalt

Fodersalt indeholder natriumklorid (> 99 %). Vigtigt ikke at bruge køkken-, vej- og industrisalt da dette indeholder antiklumpningsmidler (eksempelvis E535 og E536, cyanidforbindelse), som fisk ikke tåler.

2. Handelsvarer

Fodersalt.

3. Anvendelse i akvakultur

Mange mikroorganismer tåler ikke et skift i salinitet (ændring i salt-indhold). Det gør mange fiskearter derimod, herunder mange laksefisk-arter, der naturligt vil leve i både fersk- og saltvand. For regnbueørreder gælder, at både æg og yngel kan tåle op til mindst 10-15 promille salt, mens større fisk kan tåle langt højere koncentrationer. Ved lave temperaturer (0-5 grader) skal man være forsigtig med anvendelse af salt. Specielt ved små fisk.

Øgning af saltkoncentrationen kan være en let og effektiv måde at fjerne opdrætsvandets indhold af sygdomsfremkaldende mikroorganismer uden at påvirke fiskene negativt.

Vandbehandling	Æg	Yngel	Sættefisk	Portionsfisk	Moderfisk	Havbrug	Anlæg
Skimmel på æg	+						
Parasitter / skimmel		+	+	+	+		
Gæller (bakteriel gællesyge)		+	+	+	+		
Afslimning af hud/gæller		+	+	+	+		

4. Doseringsvejledning

Anlægstype	Fodersalt	Bemærkning
Æg	5-9 ‰ svarende til 5-9 kg/m ³ vand	½-1 time daglig, kan anvendes både forebyggende og som behandling
Yngel	5-9 ‰ svarende til 5-9 kg/m ³ vand	Min. ½-1 time. Gerne mere Forsigtig ved lav vandtemperatur!
Større fisk	5-20 ‰ svarende til 5-20 kg/m ³ vand	Min. ½-1 time. Gerne mere

5. Anbefalede målinger og observationer i forbindelse med vandbehandling

Saltkoncentrationen kan følges med simple saltmålere eller refraktometer.

6. Særlige forbehold i forbindelse med vandbehandling

Generelt

Salt bryder bindinger i organisk materiale. Derfor virker det slimløsnende. Vandet bliver normalt meget snavset. Dette skyldes ikke snavs i saltet, men at organisk materiale på opdrætsenhedens sider og bund løsner sig. Normalt påvirker dette ikke fiskene negativt, men i flere tilfælde er observeret at salt har løsnet (anaerobe!) slamansamlinger i enten opdrætsenhed eller biofilter, og at dette efterfølgende har medført forgiftning af fiskene. Skulle denne situation optræde gælder det om hurtigst muligt at udskifte vandet. For at undgå en sådan situation tilrådes så vidt muligt at fjerne alle slamansamlinger inden saltbehandlingen påbegyndes.

Tilsætningen af salt bør ske gradvis. Ved bare at hælde store mængder fodersalt i samme sted risikerer man at der lokalt bliver en voldsom høj koncentration. Dette kan skade fiskene.

Fiskedråber

Fodersalt er yderst effektiv til at stoppe dødelighed, der skyldes fiskedråber. Sådanne fisk dør ofte fordi fiskedråber-parasitten laver små huller i fisken. Hullerne medfører at der kommer ubalance i fiskens interne saltbalance. Tilsættes der 9 ‰ (9 kg pr m³) stabiliseres fiskens interne saltbalance samtidig med at der opnås en afslimende effekt.

7. Krav til opbevaring

Opbevares tørt.

8. Arbejdssikkerhed

Fodersalt er meget arbejdssikkerheds venlig. Undgå dog at få det i øjnene. Skulle uheldet være ude skylles med rigelige mængder vand.

9. Miljø

Mange ferskvands mikroorganismer er særdeles følsomme overfor salt. Derfor bør salt afledes forsigtigt under opblanding med frisk vand.

10. Andet

Fodersalt kan ikke bruges til at opsalte ferskvand til brug til saltvandsfisk. Her bør bruges rigtig havsalt da dette udover natriumklorid indeholder en lang række andre salte.

Pereddikesyre

1. Pereddikesyre

Pereddikesyre kan ikke fås i ren form, da det er meget ustabil. Det fås derfor som et syrestabiliseret blandingsprodukt, der udover pereddikesyre også indeholder eddikesyre og brintoverilt. Koncentrationen af pereddikesyre fremgår på produkter og er typisk mellem 5 og 15 % (svarende til 50-150 g/L).

2. Handelsvarer

De mest almindelige er Divosan Plus, Divosan Forte, Per-Aqua Plus, Incimaxx Aquatic og Incimaxx SD. Produkterne har forskellige indhold af pereddikesyre og andre "bærestoffer" og skal derfor også anvendes i forskellige doseringer. Alle produkter indeholder også brintoverilte. Indholdet af dette er dog så lavt at det ikke i sig selv har en afgørende vanddesinficerende effekt. Bemærk at pereddikesyre er meget ustabil. Derfor er det reelle indhold i emballagen ofte meget varierende. Ved lagring mistes løbende en del af det aktive stof.

Produktnavn	Indhold af pereddikesyre
Divosan Plus	5 - 15 %
Divosan Forte	15 - 30 %
Incimaxx Aquatic	5 - 10 %
Incimaxx SD	5 - 10 %
Per-Aqua	5 %
Per-Aqua Plus	10 - 17 %

3. Anvendelse i akvakultur (+ virkemåde)

Vandbehandling	Æg	Yngel	Sættefisk	Portionsfisk	Moderfisk	Havbrug	Anlæg
Skimmel	+				+		
Parasitter		+	+	+	+		
Gæller/afslimning		+	+	+	+		
Sanering/desinfektion							+
Desinfektion af jernfiltre	+	+	+	+	+		

4. Doseringsvejledning

Doseringsmængden er meget anlægsspecifik og skal som udgangspunkt tilrettelægges i samråd med dyrlæge. Doseringen afhænger især af vandkvaliteten, opdrætssystemets indretning og ikke mindst hvilket pereddikesyreprodukt, der anvendes. Visse produkter (Incimaxx) anbefales

doseret i meget små mængde omkring 0,5-1 ml produkt/m³. Doseringsmængden øges med stigende indhold af organisk materiale i vandet; særlig opmærksomhed er påkrævet i anlæg med rent vand. Nedenstående kan anvendes som udgangspunkt.

Anlægstype	Dosis	Divosan Plus	Per-Aqua Plus	Incimaxx Aquatic	Incimaxx SD	Bemærkning
Æg	ml pr l/sek		80			Tilsættes løbende over 20 min
Kumme gennemstrøm	ml pr m ³	8	4	1	½	Start dosis
	ml pr m ³ pr time	1-2	½-1	¼ - ½	¼ - ½	Løbende tilsætning i 2-4 timer
Jorddamme ¹⁾ gennemstrøm	ml pr m ³	10	5	1	½	Start dosis
	ml pr m ³ pr time	2	1	½	½	Løbende tilsætning i 2-4 timer
Recirkulering ²⁾	ml pr m ³	15	10	2	1	Start dosis
	ml pr m ³ pr time	2	1	½	½	Løbende tilsætning i 2-4 timer
Jernfiltre	l pr m ³	2-3	1-2			1 time under returskylning

Jorddamme ¹⁾:

Ønsker man en effekt på fisk og vand skal stoffet tilsættes meget lokalt, det sted stoffet skal have sin virkning (altså i den enkelte dam). Ønsker man en parasitdræbende effekt skal koncentrationen enten være forholdsvis høj indledningsvis eller alternativt skal man dosere løbende over længere tid. Ved fiskedræber kan man med fordel behandle over meget lang tid (6-10 timer), hvorved man hele tiden rammer nye sværme, der frigives fra bunden.

Recirkulerings anlæg ²⁾:

Her skal man være forsigtig. Fiskene kan reagere meget kraftig på pereddikesyreprodukterne. Især første gang stoffet tilsættes. Det er i recirkulerede anlæg helt afgørende, at man tænker over, hvilken effekt det er, at man ønsker at opnå, før doseringsmetoden planlægges. Ved gælleafslimning eller parasitter på fiskene skal stoffet tilsættes lokalt hvor fisken befinder sig i de enkelte sektioner/damme. Drejer det sig om bekæmpelse af parasitter i vandfasen kan man med fordel tilsætte stoffet ét sted i vandsystemet. Ofte vil der være tale om en kombination hvor pereddikesyre tilsættes i de enkelte sektioner, herefter der suppleres ét sted i recirkuleringsystemet kontinuerlig i 2-4 timer. Er der biofilter bør den kontinuerlige tilsætning ske langt væk fra biofiltret (over 30 min), for at mindske risikoen for at påvirke filterbakterierne negativt. Såfremt man behandler opdrætsenheder, der ligger mindre end 15 minutter væk (tjek

vandhastighed) bør man kortvarig lukke for filtrets vandtilførsel under behandlingen. Se også under punkt 6.

5. Anbefalede målinger og observationer i forbindelse med vandbehandling

Der er ikke tilgængelige test-kit der kan give en indikation af den aktuelle pereddikesyre koncentration ved de lave doseringskoncentrationer (< 2 mg/l). En mulighed for at tjekke koncentrationen af handelsvaren kan være at fortynde produktet så man når en koncentration på 50 mg aktivt stof og måle dette med grov skaleret test-kit (Merck eller lignende).

Pereddikesyre produkterne er syre-baserede og kan give et lille fald i pH (typisk < 0,2 pH enheder), men pH kan ikke bruges som indikation for tilstedeværelsen af pereddikesyre. Fiskene reagerer relativt voldsomt når de udsættes for pereddikesyre (puls) i vandfasen og denne observation kan være nyttigt til at finde en velegnet doseringsform.

6. Særlige forbehold i forbindelse med vandbehandling

Generelt

Må ikke anvendes sammen med blåsten (kan danne for fisk giftige stoffer).

Ved brug af pereddikesyre-produkter er det vigtigt at starte med at dosere i meget små mængder. Dette for at tilvænne fiskene og vurdere vandets forbrug. Stoffet er meget reaktivt overfor kontakt med organisk materiale og nedbrydes i så fald meget hurtigt. Specielt i anlæg med særligt rent vand og øget opholdstid kan pereddikesyren føre til akut dødelighed.

I anlæg med biofilter

Idet pereddikesyre er så reaktivt, er der en potentiel risiko for at biofiltre kan beskadiges ved kontakt med betydelige mængder af stoffet. I så fald kan en vandbehandling føre til at ammonium og nitrit-omsætningen hæmmes og give ophobning af de uønskede stoffer. Ammonium og nitrit niveauet i opdrætsanlægget bør derfor overvåges i dagene efter behandling.

Det anbefales derfor

- 1) at tilsætte pereddikesyren længst væk fra biofiltret (betydeligt henfald af pereddikesyren før kontakt med biofiltret)
- 2) at dirigere vandet forbi biofiltrene ved anvendelse af pereddikesyre i store vandvolumener. Her bør udfodringen reduceres grundet øget risiko for ammoniak-forgiftning.
- 3) at lede vand med restkoncentrationer af pereddikesyre igennem enkelte biofilter sektioner Feltforsøg har vist, at anvendelsen af pereddikesyre (2,5 L PerAqua Plus/125 m³) i anlæg med høj fisketæthed ikke har påvirket biofilterets evne til at omsætte ammonium og nitrit.

I anlæg med airlifts

Noget tyder på, at pereddikesyren er så flygtig, at en delmængde rent fysisk forsvinder når det

tilsættes eller føres gennem en airlift. Dosering kan derfor med fordel ske umiddelbart nedstrøm for at reducere stoftabet.

7. Krav til opbevaring/omfyldning

Pereddikesyre er ustabil og udvikler ilt ved nedbrydning, og af denne grund må handelsvarerne ikke omhældes til opbevaring i beholdere/flasker med tilsluttet låg (eksplosionsfare!).

Produktet må heller ikke hældes tilbage/komme i kontakt med noget i forbindelse med aftapning, da det nedsætter holdbarheden betydeligt. Dunkene skal stå i et aflåst depot/lokale og opbevares mørkt og køligt.

8. Arbejdssikkerhed

Pereddikesyre produkterne er klassificeret som værende ætsende og er farlig ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse.

Brug af handsker og værn i forbindelse med påfyldning er obligatorisk.

I tilfælde af stoffet kommer i kontakt med øjnene skylles med rigelige mængder vand og lægen kontaktes. Se de enkelte produkters sikkerheds blade.

9. Miljø

Pereddikesyre omsættes normalt meget hurtigt i opdrætsvand. Derfor er det at betragte som værende et meget miljøvenligt stof, idet mængden af udledte restprodukter ofte vil være meget begrænset. I anlæg med biofilter kan pereddikesyreprodukter elimineres særdeles hurtigt da både pereddikesyre (og det medfølgende brintoverilte) omsættes til relativt ugifte restprodukter ved kontakt til organisk materiale.

10. Andet

Pereddikesyre er på mange måder et godt alternativ til formalin.

For nuværende (forår 2013) har erfaringer fra praktisk brug på opdrætsanlæg dog vist, at effekten overfor specielt gælleamøber ikke er tilstrækkelig. Yderligere undersøgelser pågår.